

**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ  
TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA**

**Hornicko-geologická fakulta**

Institut environmentálního inženýrství

**PROBLEMATIKA VÝROBY ŠTĚPKY, NÁROKY A SPOTŘEBA  
PŘI LOKÁLNÍM SPALOVÁNÍ**

**The Issue of Wood Chips Production, Demands and Consumption  
During Local Combustion**

diplomová práce

**Autor:**

Bc. Ilona Kociánová

**Vedoucí diplomové práce:**

Ing. Jaroslav Závada, Ph.D.

Ostrava 2012

VŠB - Technická univerzita Ostrava  
Hornicko-geologická fakulta  
Institut environmentálního inženýrství

## Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Ilona Kociánová**

Studijní program: **N2102 Nerostné suroviny**

Studijní obor: **3904T022 Zpracování a zneškodňování odpadů**

Téma: **Problematika výroby štěpky, nároky a spotřeba při lokálním spalování**  
**The Issue of Wood Chips Production, Demands and Consumption**  
**During Local Combustion**

Zásady pro vypracování:

1. Úvod
2. Vhodné druhy rychle rostoucích dřevin na výrobu štěpky
3. Druhy štěpkovačů pro samovýrobu štěpky
4. Typy kotlů na štěpku vhodné k vytápění standardního rodinného domu
5. Zhodnocení samovýroby štěpky
6. Závěr

Seznam doporučené odborné literatury:

Lepold M., Plaček V., Šulc B., Vrána S.: Pilotní ověřování nákladově efektivního řízení provozu malých kotlů na biomasu. Energetika a biomasa 2010, 169–175, ČVUT, Fakulta strojní, 2010.

Lackner M., Winter F., Agarwal A. K. editors 2010. Handbook of Combustion, Wiley-VCH Verlag. Vol. 4., pp. 85–136.

WEGER J., HAVLÍČKOVÁ K. (2002): Pěstování rychle rostoucích dřevin. In: Agromagazín. ISSN 1212-6667

BUREŠ, M., a kol., 2009. Analýza a výsledná kvantifikace využitelné lesní biomasy s důrazem na těžební zbytky pro energetické účely, při zohlednění rizik vyplývajících z dopadu na půdu, koloběh živin a biologickou rozmanitost. Brandýs nad Labem, Ústav pro hospodářskou úpravu lesů.

HAVLÍČKOVÁ, K., a kol., 2010. Analýza potenciálu biomasy v České republice. 1. vyd. Průhonice, VÚKOZ. ISBN 978-80-85116-72-4.

ŠAFAŘÍK, D. 2009. Současnost a perspektivy trhu energetických štěpek v České republice a možnosti dalšího odbytu do zemí Evropské unie. Metodika disertační práce a literární rešerše. Brno, MZLU.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Jaroslav Závada, Ph.D.

Datum zadání: 31.10.2011

Datum odevzdání: 30.04.2012



---

prof. Ing. Vojtech Dirner, CSc.  
vedoucí institutu



---

prof. Ing. Vladimír Slivka, CSc., dr.h.c.  
děkan fakulty

### **Autorské prohlášení**

Celou diplomovou práci včetně příloh, jsem vypracoval (a) samostatně a uvedl (a) jsem všechny použité podklady a literaturu.

Dyl (a) jsem byl seznámen (a) s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).

Souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce.

Souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé diplomové práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.

Souhlasím s tím, že diplomová práce je licencována pod Creative Commons Attribution-Non Commercial-Share Alike 3.0 Unported licenci. Pro zobrazení kopie této licence, je možno navštívit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>

Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu o komerční využití z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.

Bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu komerčnímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě, dne 30. 4. 2012

Bc. Ilona Kociánová



**Anotace**

Tématem diplomové práce je zhodnocení štěpky jako obnovitelného zdroje energie, který je přístupný širší veřejnosti nejen cenou, ale i možností její samovýroby. Zhodnocuje i zařízení potřebná k jejímu zpracování a následně i spalování v rodinném domě. Porovnává jednotlivé možnosti vytápění a spalovacích zařízení.

**Klíčová slova**

biomasa, kotle na spalování štěpky, obnovitelné zdroje energie, štěpka, štěpkovače

**Summary**

The theme of this thesis is the evaluation of the wood chip as a renewable energy source which is accessible to general public not only with its price but also as an option to self-production. This method also enhances the price of all equipment necessary for the processing of chip and its subsequent combustion in households. This thesis also compares various heating methods and combustion plants.

**Keywords**

biomass, wood chip kettles, renewable energy, wood chips, wood chippers, boilers for combustion of wood chips

Děkuji panu Ing. Jaroslavu Závadovi, Ph.D. za profesionální a metodické vedení při zpracování diplomové práce, především za jeho pomoc a ochotu.

## Obsah

1	Úvod.....	9
2	Vhodné druhy rychle rostoucích dřevin na výrobu štěpky .....	11
	2.1 Rychle rostoucí dřeviny .....	12
	2.2 Výběr stanovišť a jejich příprava.....	15
	2.3 Příprava sadebního materiálu a sadba.....	17
	2.4 Průměrná roční produkce u jednotky plochy .....	18
	2.5 Nároky jednotlivých druhů rychle rostoucích dřevin, výhřevnost.....	19
	2.6 Technika sklizně rychle rostoucích dřevin .....	20
3	Druhy štěpkovačů pro samovýrobu štěpky.....	21
4	Typy kotlů na štěpku vhodné k vytápění standardního rodinného domu .....	25
	4.1 Typy a účinnost vybraných typů kotlů na štěpku .....	27
5	Zhodnocení využití štěpky.....	32
	5.1 Nároky na skladování štěpky – objemové, kvalitativní .....	32
	5.2 Skladovací prostory, vlhkost štěpky, sušení, ochrana před napadením houbami a plísněmi .....	33
	5.3 Výběr nejvhodnějších dřevin, štěpkovače, typu kotle .....	35
	5.4 Předpokládaná spotřeba štěpky za rok .....	37
	5.5 Časový rozvrh sklizně v následujících letech, nároky na pěstební plochu.....	38
	5.6 Cíl dotazníkového šetření, hypotézy.....	38
6	Závěr .....	47
	Seznam použité literatury .....	48
	Seznam obrázků.....	52
	Seznam tabulek.....	52
	Seznam příloh .....	53

## **Seznam použitých zkratek**

RD	rodinný dům
RRD	rychle rostoucí dřeviny
MZE	ministerstvo zemědělství
MŽP	ministerstvo životního prostředí
OZE	obnovitelné zdroje energie



## 1 Úvod

S ubývajícími fosilními palivy je stále více nutné zabývat se otázkami, čím je nahradit. Existuje samozřejmě dost obnovitelných zdrojů, ovšem ne pro všechny uživatele jsou vhodné či dostupné. Proto je třeba hledat optimální řešení k využívání ostatních paliv, zejména biomasy. Tuto koncepci by měla podporovat i státní správa, ovšem nikoli plošně, ale cíleně tak, aby dotační prostředky zlevnily používané technologie, a tím pádem byly dostupné pro co nejširší okruh zájemců.

Ministerstvo životního prostředí připravilo změnu zákona na ochranu ovzduší, podle níž budou muset staré neekologické kotle do deseti let do šrotu. Týká se to ovšem jen těch kotlů a kamen, které mají teplovodní výměník s výkonem 10 až 300 kW a jsou na pevná paliva, tedy uhlí, koks, hnědouhelné brikety a dřevo. Nové kotle budou muset plnit minimálně 3. emisní třídu a mít odpovídající účinnost a automatické přikládání. Novela je tedy zaměřena spíše na podporu spalování biopaliv a výrobců stacionárních zařízení na tyto paliva. Ovšem to není levná záležitost a zcela určitě se neobejde bez nějakého dotačního systému, což při řádově statisících domácností a ceně kotlů okolo 60 000 Kč je považováno za nereálné.

Biomasa jako obnovitelný zdroj energie je zdánlivě dostupná pro každého, ovšem stávající systém překupníků, prodejců a doprava často, zejména upravenou biomasu, neúměrně prodražuje. Výhodou biomasy by měla být i její spotřeba v místě vzniku. Neopominutelné je také to, že biomasa má schopnost poměrně rychlého vysychání až na procentuální hodnoty, které jsou doporučené pro maximální energetickou výtěžnost. Zde je myšlena zejména štěpka a pelety, jejichž sušení trvá řádově týdny, oproti kusovému dřevnímu palivu, kde je předpokládaná doba v řádu měsíců až roků.

Cílem této diplomové práce je navrhnout způsob vytápění rodinného domu z dostupných zdrojů samovýrobou. V tomto případě je uvažováno o dřevní štěpce, jako hlavním zdroji energetického potenciálu. Předpokládá to samozřejmě vhodný pozemek s dostatečnou rozlohou, dále optimální výběr rychle rostoucí dřeviny v závislosti na druhu půdy, nadmořské výšce, poloze atd. Dřevní hmotu je potřeba upravit vhodným drtičem na poměrně homogenní materiál – štěpku. Tu je nutné optimálně skladovat, aby nedošlo k jejímu znehodnocení při sušení.

Další část práce se zabývá vhodnými topeništi a uvádí některé dostupné typy zařízení včetně násypek a podavačů. V neposlední řadě je zde zhodnocení celého návrhu a porovnání s vytápěním rodinného domu (dále jen RD) klasickou kusovou dřevní hmotou, zakoupenou u prodejce paliv. Je tedy spočítána návratnost nákladů na samovýrobu štěpky, oproti nakoupené kusové dřevní hmotě.

Samotný závěr je věnován úvahám o výhodnosti, či nevýhodnosti navrhovaných řešení, případně podmínkám, které by byly výhodné pro tento způsob vytápění.

## 2 Vhodné druhy rychle rostoucích dřevin na výrobu štěpky

Celosvětový trend směřuje k nahrazování fosilních paliv obnovitelnými zdroji, u nichž bezesporu významné místo zaujímá biomasa.

Biomasa se rozumí látka biologického původu, do které je možné zahrnout ať již biomasu pěstovanou v půdě, vodě, tak i biomasu živočišnou. Rovněž se jedná i o produkci organického původu a též organické odpady.

V ČR si lze pod pojmem biomasa představit např. následující dělení:

- dřevní odpady – štěpky, piliny, aj.,
- nedřevní fytomasa – zelená biomasa, energetické plodiny, aj.,
- průmyslové, komunální odpady rostlinného původu – papírenský odpad,
- produkty živočišné výroby – kejda, chlévská mrva, aj.,
- čistírenské kaly,
- tříděný komunální odpad,
- kapalná biopaliva.

Je tedy patné, že alternativních paliv, která dokáží nahradit životní prostředí narušující fosilní paliva, je velký výběr a není možné obsáhnout v této práci všechny. Pozornost bude věnovaná jednomu typu biomasy, a to štěpce.

Pod pojem štěpka je možné si představit mechanicky nadrcené dřevěné kusy, třísky, částice dřevní hmoty. Vyrábí se jednak z odpadu dřevozpracujícího průmyslu, tedy dřeva odpadního. Jistým zdrojem je i dřevo naplavené. Ovšem velký význam má dřevo z tzv. rychle rostoucích dřevin. Celkově lze štěpku považovat za levné biopalivo. Vyskytuje se v typické velikosti 1-5 mm. Z dalších technických parametrů lze uvést:

- výhřevnost – 8-15 MJ/kg,
- váha/objem cca 250 kg/m<sup>3</sup>,
- vlhkost – 15-50 % [1].

Tyto parametry se mohou lišit podle toho, odkud se štěpka získává. Jedná-li se o *dřevní štěpku ze zbytků lesní výroby*, tzn. strojově zpracované zbytky po těžbě, kmínky z probírky, je obsah vody ihned po těžbě cca 50 % [2]. Objemová hmotnost je cca 300 kg/m<sup>3</sup>. Údaje se mění s následným přírodním dosoušením, které se provádí na slunci a větru. Pokles obsahu vody po několika měsících je na zhruba 30 % a objemová hmotnost na 250 kg/m<sup>3</sup>. Jelikož výhřevnost je závislá na především na obsahu vody, lze její hodnotu uvažovat mezi 8-12 MJ/kg. Další dosýchání je zajištěno ve skladech, ve kterých jsou instalována roštová dosoušecí zařízení [3].

Při tomto způsobu výroby štěpky lze rozlišovat následující druhy:

#### Zelená štěpka

- a) získává se ze zbytků po lesní těžbě,
- b) obsahuje drobné větévky, listy, jehličí (odtud název „zelená štěpka“),
- c) vlhkost, vzhledem k tomu, že je zpracována čerstvá hmota, je velmi vysoká.

#### Hnědá štěpka

- a) získává se ze zbytků kmenů, odřezků,
- b) obsahuje velmi velké množství kůry.

#### Bílá štěpka

- a) získává se z odřezků pilařské výroby, kdy dřevo je již odkorněné, není tedy žádný obsah kůry.

Jiné technické parametry má dřevní štěpka, která se získává *ze zbytků průmyslového zpracování dřeva*. Opět se jedná o strojově zpracovaný odpad délky až 15 mm. Obsah vody se pohybuje okolo 45 % (u štěpky z truhlářské výroby kolem 15 %). Výhřevnost této štěpky je od 9-16 MJ/kg [2].

## 2.1 Rychle rostoucí dřeviny

Samotné pěstování energetických plodin nemá v ČR přílišnou tradici a není tolik rozvinuté, i přesto, že jsou již určité zkušenosti firem či výzkumných ústavů [4]. Rostliny, které se pěstují za energetickým účelem, je možné rozdělit do dvou kategorií:

- dřeviny,
- nedřevnaté rostliny (byliny).

Pozornost v této diplomové práci bude věnována hlavně dřevinám, tzv. rychle rostoucím dřevinám (dále jen RRD). Produkce se zakládá především na schopnosti rychlého růstu dřevin v prvních letech po výsadbě a rovněž v dalších letech, po seříznutí nadzemní části. Touto vlastností disponují především topoly a vrby. Produkční porosty těchto RRD se velmi často označují jako výmladkové plantáže rychle rostoucích dřevin. Jiný používaný název je např. energetická plantáž nebo energetický les. Výhodou zakládání těchto plantáží je účelný způsob využití přebytečné zemědělské půdy. Uplatnění se nachází v oblastech s mírným podnebím. Půda, na níž jsou plantáže zakládány, musí disponovat dobrou zásobou vody a živin. Nejsou-li tyto podmínky splněny, není zaručen dostatečný a předpokládaný výnos. Zejména pokud jde o nedobré klimatické podmínky, může docházet i k poškození mrazem [4].

Z důvodu efektivního pěstování RRD je potřebné zajištění určitých požadavků, k nimž patří:

- vysoký růst rostlin v mládí,
- obrůstací schopnosti pařezů po obmýtí,
- odolnost proti škůdcům a chorobám,
- přizpůsobený pozemek mechanizaci,
- mocnost ornice alespoň 30 cm,
- hodnota pH min 5,5,
- vysoká hladina spodní vody – 60-120 cm.

Tyto požadavky splňují již výše uvedené dřeviny, a to topol – černý či balzámový, případně i jiné topoly, a vrby. Ostatní dřeviny jsou sice přizpůsobivé avšak méně výkonné (akát, olše, osika, bříza).

Pěstování výmladkových plantáží je upravováno právními předpisy Ministerstva zemědělství (MZe) a Ministerstva životního prostředí (MŽP). Výchozím právním předpisem je zákon o Ochráně přírody a krajiny [5]. Ochrana půdy při pěstování výmladkových plantáží RRD je řešena zákonem o ochraně zemědělského půdního fondu [6]. Rovněž je právními předpisy ošetřena sadba RRD [7]. Tyto předpisy jsou v souladu s evropskými pravidly [8].

Výmladkové plantáže je pojem, který vysvětluje používání nového systému hospodaření na zemědělské půdě. Oproti využívaným způsobům lesnických lignikultur (příp. silvikultur), které se zakládají na lesnické půdě a sklízí se po 15-30 letech růstu, jsou výmladkové plantáže sklizeny ve velmi krátkém intervalu 2-5 let [9]. Vekou výhodou je, že tento proces lze opakovat několikrát po sobě bez nutnosti nové výsadby. Výsledným produktem plantáží RRD je dřevní biomasa. Nejčastěji má formu štěpky, která bývá využívána především jako palivo.

Výhodou systému hospodaření, je využívání méně kvalitní zemědělské půdy. Dalším důvodem je rozvoj zemědělských oblastí, kdy dochází k lepšímu využívání pracovních sil. Venkovské oblasti se potýkají se stagnací svého rozvoje a s vysokou nezaměstnaností. Takže v tomto způsobu pěstování je možné vidět právě ekonomickou důležitost, a to ve smyslu posilování místní ekonomiky. Získané peníze zůstávají v daném regionu a je možné je využít na investice do různých nových technologií.

Svůj význam mají výmladkové plantáže i pro celou strategii nahrazování fosilních paliv, které produkují skleníkové plyny za OZE, které snižují emise CO<sub>2</sub> a také nutnost dovozu fosilních paliv.

Rychle rostoucí rostliny se zařazují mezi plodiny, kterým se říká lignocelulózní, tzv. plodiny 2. generace. Oproti 1. generaci, kam patří např. řepka, obilí, atd., mají výrazně lepší energetický zisk. Což se zjišťuje jako poměr vložené a získané energie. Tento způsob pěstování byl vytvořen v Evropě [10]. V severní Evropě se pěstují převážně vrby, v jižní topoly.

Už v roce 2009 se pěstovalo více než 20 000 ha (v Evropě). V ČR se počet výmladkových plantáží pohybuje cca okolo 200 ha a 25 ha matečnic sloužících pro produkci sadebního materiálu. Vhodné podmínky jsou především pro pěstování topolu a vrb.

RRD mají své vlastnosti, kterými jsou:

- vysoká objemová produkce dřeva (cca 10 m<sup>3</sup>/ha/rok),
- rychlý růst v prvních letech po výsadbě (v 1. roce přes 0,5 m/rok),
- snadné založení porostů (řízky, pruty, biletý),

- hospodářské porosty pěstovány v tzv. krátkém obmýtí (3-6 let) [9].

**Tabulka č. 1 – Porovnání matečnic, výmladkových plantáží RRD a lesnických lignikultur**  
Zdroj: zpracováno podle zdroje Weger J. [10]

	Matečnice RRD reprodukční porost	Výmladková plantáž RRD produkční porost	Lesnická lignikultura (silvikultura)
<b>Obvyklé obmýtí</b>	1 rok	3-6 let	15-20 let
<b>Opakování sklizně</b>	Ano 10 až 15x	Ano 4 až 7x (ve stejném porostu)	Ne
<b>Zakládání na půdě</b>	zemědělské	zemědělské	v ČR pouze na lesní
<b>Sortiment dřevin pro výsadbu</b>	topoly a vrby (seznam MZe, MŽP a předpisy ÚPOV)		topoly dle seznamu uznaných klonů OLH MZe
<b>Hustota výsadby</b>	10 000 – 20 000 ks/ha	8 000-20 000 ks/ha	270 – 630 ks/ha
<b>Cílový produkt</b>	řízky pro zakládání výmladkových plantáží	štěpka pro energetické a průmyslové využití	sortimenty pro dřevařské využití
<b>Výnos za celou existenci porostu</b>	100 až 500 tis. řízků/ha/rok	5-19 t/ha/rok (sušiny*)	500-600 m <sup>3</sup> /ha/20- 25 let (5-11 t/ha/rok sušiny*)

\* obsah vody 0%

## 2.2 Výběr stanovišť a jejich příprava

Rychle rostoucí dřeviny se pěstují převážně na půdách, které nejsou plnohodnotné pro pěstování kvalitních zemědělských plodin. Využívají se místa méně vhodná, jak klimaticky, tak i ekonomicky a samozřejmě i půdně. Dřeviny pro stanoviště se musí řádně vybírat. Před výběrem je nutné udělat průzkum dané lokality, a to s tím, že se zpracují půdní rozbor, podle kterých se později vybírají vhodné typy RRD. Dalším důležitým kritériem pro výběr jsou shromážděná klimatická data.

Velmi významnou úlohu hrají i zkušenosti, proto je vhodné se o volbě RRD poradit s odborníky, kteří na základě poznatků s dosavadním pěstováním znají a dokážou na základě zkušeností získaných z předchozího pěstování poradit s volbou správné odrůdy RRD do dané lokality.

Velmi mnoho topolů a jejich klonů preferuje stanoviště, která jsou dobře zásobená vodou. Mnohdy snášejí i dočasná zaplavení. Dobře se jim daří na říčních náplavách,

rovněž na površích, které jsou bez vegetace. Může jít o náspy, navážky, lesní paseky s dostatečným množstvím vody.

Náročný je i kořenový systém topolů. Vyžaduje velké provzdušnění, dostatek kyslíku. Především je dýchání kořenů topolů důležité v prvním roce růstu. Trvalým provzdušněním dochází k rozrůstání kořenů, proto topol potřebuje dostatečný prostor. Dosahují do vzdálenosti až 30 metrů – u vysokých topolů. Co se týká kyselosti půdy, lze říci, že topol je velmi citlivý a vyhovuje mu spíše neutrální nebo slabě kyselá půda. Důležitá je přítomnost vápna, které vytvoří lepší půdní strukturu, a tím provzdušnění. Pro růst má vliv i přítomnost dusíku [11].

Vybrané klony vrby (např. *Salix alba*, *Salix x rubens*), preferují ještě daleko více vláhy než zmíněné topoly. Prospívají na silně podmáčených půdách. U těchto stanovišť není problém s výběrem klonů, ale spíše je nutné zvážit, zda je zde možné použít mechanizaci z hlediska únosnosti terénu.

Nevhodné pro pěstování, z důvodu malých výnosů, se zatím jeví půdy zrašeliněné. Přesto lze zrašeliněné půdy využít, a to pro topoly balzámové (*Populus balsamifera*) a topol osika (*Populus tremula*).

Rovněž vysychavé a velmi chudé půdy nejsou příliš vhodné. Ovšem i pro tuto kvalitu půdy je možné najít určité klony jak topolů, tak vrb. Jedná se např. o topol černý (*Populus nigra*) a topol simonův (*Populus simonii*). Jedná se o domácí topoly, jejich ověřování pro tato stanoviště stále probíhá.

Obecně lze říci, že vrby i topoly patří k světlomilným druhům. Zastínění plantáží proto není vhodné, neboť těmto druhům nevyhovuje. Horní hranice produkčních plantáží je odhadována cca 600 metrů nadmořské výšky [9].

Dostatečná péče musí být věnována přípravě celého stanoviště. Optimálně se připravuje již rok před výsadbou RRD. Ovšem již předtím je nutné docílit úplného odplevelení proto, aby byly zajištěny podmínky pro růst dřevin zejména v 2-3 měsíci. Odplevelení se zajišťuje především mechanicky, kosením, případně spásáním. Z důvodu ochrany životního prostředí nejsou doporučovány chemické prostředky. Výjimku mohou tvořit pouze stanoviště, kde je prokazatelně problém s mechanickým odplevelením,



případně je zaplevelení extrémně silné. I tak je nutné použití chemického prostředku konzultovat s odborníky. Ke zlepšení půdních podmínek přispívá i pěstování tzv. přípravné plodiny jeden rok před výsadbou RRD. K přípravným plodinám je možné zařadit řepku, ječmen a další [9].

Na dobře odpleveleném pozemku je důležité provedení podzimní orby tak, aby na jaře již nebylo nutné znova orat, ale půdu pouze zkultivovat a urovnat. Pokud je nutné udělat jarní orbu, musí se provést velmi brzy, aby se stačila obnovit půdní kapilarita. Jinak hrozí proschnutí cca 15-20 cm vrchní půdy, to znamená části, do které jsou vysazovány řízky [9].

### **2.3 Příprava sadebního materiálu a sadba**

Při přípravě sadebního materiálu se využívají především řízky. Ty se získávají z jednoletých, případně dvouletých výhonů (prýtů). K jejich odběru dochází při každoročním seřezávání porostů – matečnic. Nejvhodnější období je únor – březen. Důležité je uchování prutů ve správném prostředí, zvolení vhodného skladovacího prostoru s podmínkami, které jsou velmi příznivé pro uchování řízků. K těmto prostorům je možné zařadit chladicí boxy, sklepy, tůňky, tzn. prostory s vysokou vlhkostí. Není-li možnost zajištění takového prostoru, je nutné při sušším prostředí zajistit vlhkost zabalením do plachy, igelitových pytlů. Je tím sice zajištěno vysychání, ovšem hrozí riziko zapaření a zplsnivění [9].

Neméně důležitý je i řez řízků. Z důvodu zajištění ochrany pletiva, zrychlení a zmírnění námahy je vhodné používat pilu namísto zahradnických nůžek. Řízek musí obsahovat nejméně 3 pupeny a být dlouhý 20 cm o průměru 0,5-0,25 cm [11]. Před samotnou výsadbou se jeví jako vhodné namočení řízků do vody cca na jeden den.

Výsadba řízků může probíhat dvěma způsoby: mechanicky a ručně.

- ruční výsadba
  - řízky se zapichují rovně nebo mírně šikmo do půdy,
  - pokud je půda slehlá není možné zapichovat ručně, z důvodu poškození řízků; využívá se ruční sazeč (kovová kulatina s nášlapem), kterým se vytvoří v půdě otvor,

- z důvodu zajištění stejnoměrného sázení, je vhodné využití provázku, tak aby byla dodržena požadovaná vzdálenost,
- po vložení řízku do půdy je nutné půdu okol zhutnit (např. sešlápnutím),
- nad povrchem řízek vyčnívá max. 3 cm, pouze u těžkých půd 3-5 cm.
- mechanizovaná výsadba
  - závislá podle typu sazeče,
  - postup stejný jako u lesních sazenic,
  - utužení půdy po vložení řízku (nutná ruční kontrola),
  - nad povrchem max. 3 cm.

Pro výsadbu se používají dvě schémata:

- 1) jednořádky – spony 0, 3-0,5 cm a mezi jedno řádky 1,5-3 m (vhodné pro zaplevelené lokality)
- 2) dvojřádky ve sponech 0,75×0,75 cm a mezi dvojřádky 1,5-3 m (vhodné u používání sklizňových strojů)

## **2.4 Průměrná roční produkce u jednotky plochy**

Hodnota produkce štěpky je z RRD je odhadována podle sledování na ověřovacích plochách. V dobrých klimatických podmínkách, 400 m. n. m., by bylo možné dosáhnout produkce mezi 10 až 12 t sušiny na hektar za rok v tříletém obmýtí. Samozřejmě při pěstování schválených a ověřených klonů RRD [12].

Pokud by se plantáže zakládaly na méně vhodných plochách, dochází ke snížení výnosnosti respektive k prodloužení pěstebního cyklu až na 6 let. Takto dlouhý cyklus je však z hlediska ekonomického zcela neefektivní. Náklady na sklizeň, dopravu jsou v tomto případě mnohonásobně vyšší než náklady na pěstování [12].

Podle některých informací z maloparcelových ploch je zřejmé, že výnos sušiny dosahuje v prvním obmýtí (3 roky) jenom 3,5 t/ha/rok. V druhém se pak tento výnos zvyšuje na 8-10 t/ha/rok. Přesto je tento údaj jen orientační, neboť skutečnost bývá nižší [12].

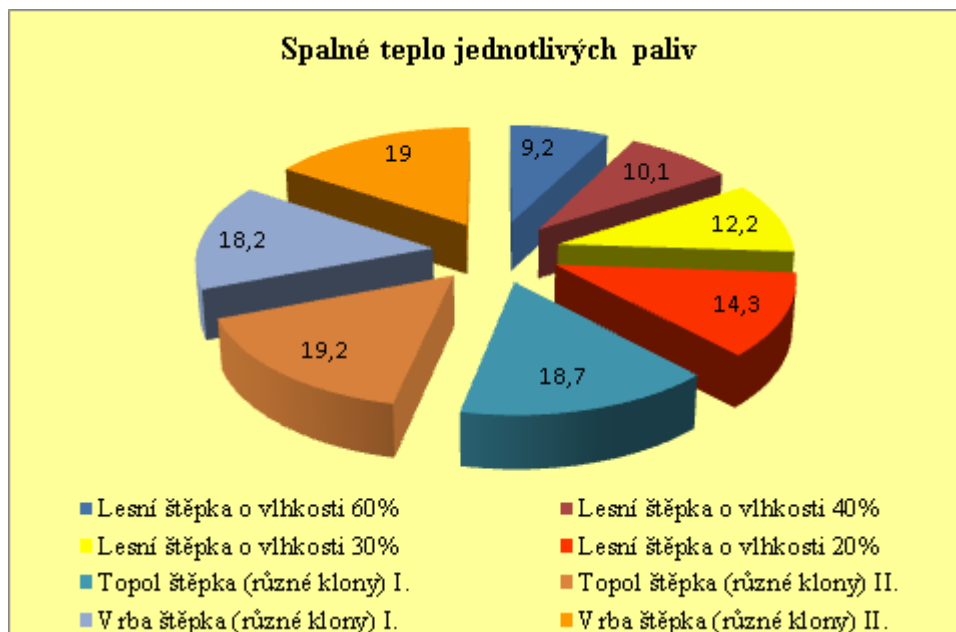
## 2.5 Nároky jednotlivých druhů rychle rostoucích dřevin, výhřevnost

Výhřevnost jednotlivých druhů biomasy se odvíjí od množství vody. To se pohybuje od 15 – 70% a je závislé třeba i na tom, kdy se RRD sklízí. Pokud dochází ke sklizni výmladkových plantáží v zimních měsících, obsahuje ca 45-55 %. Je samozřejmé, že s rostoucím množstvím vody výhřevnost klesá a je tedy nutné dostat se na hodnotu vody v biomase 20-30 % [13] (viz Tabulka č. 2 a Obrázek č. 1).

Způsob dosoušení se volí podle toho, jak se biomasa sklízí. Je-li sklizena v celých kmenech, nechá se vysychat 100-190 dní, v závislosti na klimatických podmínkách. Nejvhodnějším obdobím pro sušení jsou měsíce před nástupem vlhkého počasí, tzn. srpen, případně ještě i září. Po uplynutí doby schnutí lze předpokládat, že se obsah vody pohybuje mezi 20 až 35 %. Další dosoušení je vhodné provádět v sušičkách [14].

**Tabulka č. 2 - Spalné teplo jednotlivých paliv**  
**Zdroj: zpracováno podle zdroje [13]Kára, 1995**

Plodina	MJ/kg
Lesní štěpka o vlhkosti 60%	9,20
Lesní štěpka o vlhkosti 40%	10,10
Lesní štěpka o vlhkosti 30%	12,20
Lesní štěpka o vlhkosti 20%	14,30
Topol štěpka (různé klony)	18,7-19,2
Vrba štěpka (různé klony)	18,2-19,0



Obrázek č. 1 – Spalné teplo jednotlivých plodin  
Zdroj: zpracováno podle zdroje [13]Kára, 1995

## 2.6 Technika sklizně rychle rostoucích dřevin

Při sklizni dvouletých a tříletých rychle rostoucích dřevin je vhodné použít některý ze sklízecích strojů typu WoodCut 1500 od firmy KRONE. Tyto kombajny jsou vybaveny nejen řezačkou, ale i výkonným drtičem s možností malé frakce štěpky (G30). Plošný výkon se pohybuje okolo 1 ha za hodinu práce. Pokud tedy někdo z okolí vlastní tento, nebo podobný sklízecí stroj, bude výhodné jej použít. Jinak je běžnou praxí, že jsou používány sekačky na kukuřici, kterých bývá všude dostatek. Tyto sekačky jsou vyráběny buď jako kompletní kombajny, například Claas Jaguar 900, nebo pouze jako nesené, tzn. že jsou připojitelné pouze traktory či podobné stroje. Z tohoto je patrné, že je velmi obtížné se obejít bez velké najmuté sklízecí techniky. Výjimkou mohou být některé kutilské stroje, které by mohly být zkonstruovány například na bázi dvojhubnových rotačních sekaček s pilovými kotouči místo nožů a podobně.

Je také samozřejmě možné použít některý z typů malých motorových pil, ale práce bude málo efektivní, zejména časově náročná. Při sklizni je třeba dávat pozor na zbytek rostliny, to znamená na pařez, z něhož vyrostе nový dřevní materiál.

### 3 Druhy štěpkovačů pro samovýrobu štěpky

Štěpkovačů je na českém trhu velké množství. Od malých hobby štěpkovačů, které slouží pro občasné zpracování malých větví do cca 40 mm v průměru, přes poloprofesionální až k profesionálním strojům pro každodenní použití. Je třeba si uvědomit, že tento stroj musí být schopen jednorázově vyrobit cca 12 až 18 tun štěpky, samozřejmě v uvažovaném intervalu sklizně cca 2-3 let. Pro tento případ je zcela jistě nejvýhodnější tento stroj si zapůjčit, anebo zakoupit, a to i za účelem jeho dalšího půjčování, protože jeho použití, jednou za dva či tři roky, jej neúměrně prodražuje.

Pro samozásobení štěpky na topné účely budou vhodné poloprofesionální a profesionální stroje nižší třídy s vlastním pohonem, v uvažované cenové hladině do 80 000 Kč. Pohon těchto strojů zajišťuje buď spalovací motor, nebo elektromotor. U větších profesionálních strojů jsou pohony řešeny přes zemědělské či lesnické stroje jako jsou traktory apod. Těmito stroji se práce zabývat nebude, neboť ne každý má doma traktor či jiný vhodný z převodovaný stroj.

Při výběru příhodného štěpkovače či drtiče větví je vhodné se orientovat na domácí výrobce, zejména pro snadnou dostupnost náhradních dílů, kvalitu zpracování a v neposlední řadě i cenu. Jedná se především o výrobky firem Bystroň s.r.o., Rojek, Vares, Odes a FAL.

#### **Drtič větví typu Pirana firmy Bystroň s.r.o.**

Tyto kompaktní drtiče jsou poměrně jednoduché, snadno rozebíratelné a jejich výkon 2 m<sup>2</sup> za hodinu je plně dostačující pro samozásobení štěpkou. Na obrázek č. 1 je tento drtič v provedení s elektromotorem, ovšem pro účely samozásobení připadá v úvahu i typ poháněný spalovacím motorem. Možnou nevýhodou těchto drtičů je vysoký příkon elektromotoru. Ten se pohybuje kolem 10 kW. Určitý problém je možné vidět i v poměrně vysoké ceně u drtiče ve verzi se spalovacím motorem [15].



**Obrázek č. 2 - Drtič větví typu Pirana firmy Bystroň s.r.o.  
Zdroj: [16]**

Drtiče Pirana mají šnekový podavač větví a pevná kladívka na setrvačnickovém těle. (viz obrázek č. 3).



**Obrázek č. 3 – Šnekový podavač  
Zdroj: [17]**

Tento stroj dokáže zpracovat větve do průměru 70 mm a velikost štěpky je maximálně 70 mm. Výhodou tohoto drtiče jsou vzhledem k výkonu nízké provozní náklady a dále možnost dokoupení tzv. pytlavače, čímž se práce ještě více zefektivní.

### **Drtiče větví DH 10 firmy Rojek**

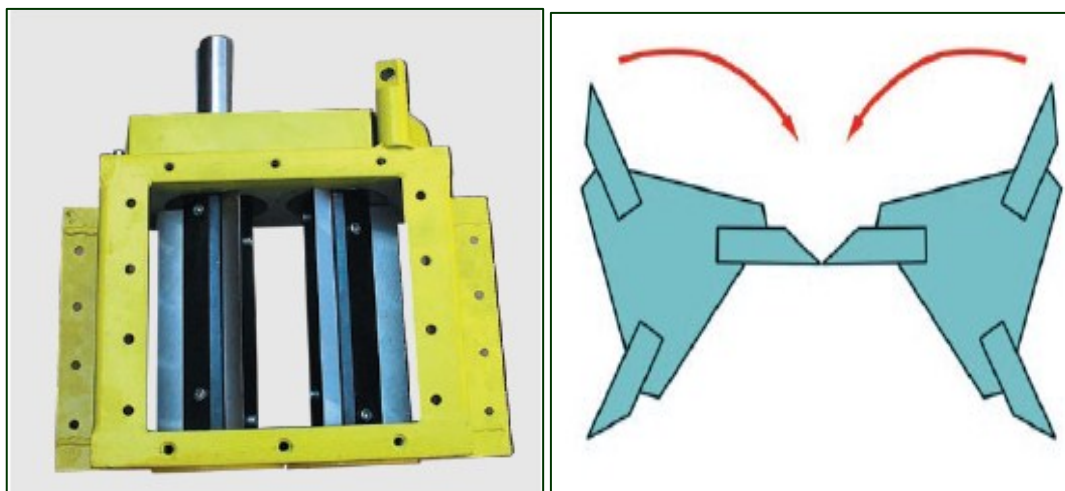
Drtiče větví firmy Rojek (viz Obrázek č. 4) jsou pozoruhodné zejména svým výkonem při velmi malém příkonu. Firma uvádí, že tyto stroje, které jsou standardně osazeny elektromotory s výkonem 2,2 kW, dokáží naštěpkovat větve až do průměru 80 mm, což je dáno patentovaným složením nožů řezné hlavy. (viz Obrázek č. 5) Výkon těchto strojů je cca 1,5 m<sup>3</sup> za hodinu [18].



**Obrázek č. 4 - Drtič větví firmy Rojek**  
**Zdroj: [19]**

Je výhodné, že je stroj před poškozením chráněn talířovými pružinami, které při přetížení nebo zakousnutí nožů propruží, čímž dojde k uvolnění klínových řemenů. Údržba a výměna řezných nožů u tohoto stroje je velice snadná. Určitou nevýhodou je nemožnost nastavení délky štěpky, takže výsledkem je tzv. dlouhá štěpka s délkou 50 až 100 mm.





Obrázek č. 5 – Nože řezné hlavy  
Zdroj: [20]

### Štěpkovač SM 70 firmy Urban

Štěpkovač firmy Urban má stejnou technologii jako předchozí model firmy Rojek a je vybaven benzínovým agregátem o výkonu 5,9 kW. (viz Obrázek č. 6) Má některá vylepšení, jako například kvalitní pytlavač či kolečka s možností aretace. I celková konstrukce je robustnější. Proti přetížení je zde instalován systém s talířovými pružinami, který ovládá napnutí řemenů. Výrobce uvádí, že stroj je schopen zpracovat měkké dřevo do průměru 75 mm a tvrdé dřevo do průměru 60 mm. Délka štěpky je od 60 do 130 mm a maximální výkonnost je uváděna až 40 pytlů za hodinu [21].



Obrázek č. 6 – Štěpkovač SM 70 firmy Urban  
Zdroj: [22]



#### 4 Typy kotlů na štěpku vhodné k vytápění standardního rodinného domu

Z důvodu přechodu od fosilních paliv na paliva z obnovitelných zdrojů přicházejí výrobci se stále lepšími, dokonalejšími kotli právě na alternativní paliva, biomasu. Přesto jejich nástup na náš trh není až tak rychlý, jak by se očekávalo a to i přesto, že je možné získávat na změnu kotle dotace z různých programů. Čeští majitelé kotlů, ale mají stále velmi malý zájem o tento ekologičtější a především ekonomičtější způsob vytápění zájem. Důvodem jsou jedna vysoké pořizovací náklady na daná topná zařízení a také stále velká neinformovanost a málo zkušeností.

Kotle, v nichž se spaluje biomasa, se zařazují do skupiny kotlů na tzv. tuhá paliva. Je pravda, že do této skupiny patří i kotle spalující uhlí. To však není ekologickým palivem a tedy ani předmětem zájmu této práce. V této části práce budou vybrány ukázky některých kotlů právě na biomasu, ale především na štěpky, které lze považovat za jeden z nejběžnějších druhů alternativních paliv. Některé druhy kotlů jsou schopné spalovat více druhů biomasy.

Výběr správného kotle pro rodinný dům je závislý na několika aspektech. V první řadě je důležité hledisko typu domu z hlediska energetické náročnosti na vytápění. Podle tohoto hlediska je možné rozdělit domy do 4 kategorií [23]:

- 1) Energeticky pasivní dům – nepotřebuje otopnou soustavu s používáním strojního větrání, roční měrná spotřeba tepla není větší než  $20 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$ . Celkové množství primární energie nepřekračuje hodnotu  $120 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$  [23].

Výhody:

- nízké provozní náklady

Nevýhody:

- vysoké pořizovací náklady (cca o 1/3),
- nutnost nuceného odvětrávání,
- vysoké náklady na údržbu domu,

- vysoké náklady na servis technologických zařízení.

2) Nízkoenergetický dům – dům s minimalizací energetických ztrát, použití strojního odvětrávání, roční plošná měrná spotřeba tepla nepřesahuje  $50 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$  [23].

Výhody:

- nižší provozní náklady na vytápění.

Nevýhody:

- vyšší pořizovací náklady (cca  $\frac{1}{4}$ ),
- nucené odvětrávání,
- nižší životnost technologií než samotného domu.

3) Energeticky efektivní dům (novostavba) – domy s optimálním poměrem mezi výstavbou a provozem domu v souladu se směrnicemi. Náročnost na vytápění  $80 - 140 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$  [23].

Výhody:

- optimální pořizovací náklady,
- nízké náklady na údržbu,
- snadné větrání,
- snadná údržba.

Nevýhody:

- standardní náklady na vytápění.

4) Energeticky standardní dům (starší výstavba) – zastaralý typ otopné soustavy, mechanické větrání, nezateplené domy se špatnou izolací. Měrná potřeba tepla je cca  $200 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$  [23].

Výhody:

- nízké pořizovací náklady,
- nízké náklady na údržbu,
- snadná údržba.

Nevýhody:

- vysoké náklady na vytápění.

Dalším důležitým hlediskem, při výběru kotle jsou tzv. emisní třídy kotlů. Podle schválené novely zákona o ochraně ovzduší, která vejde v platnost v 01. 09. 2012 [24]. Podle tohoto zákona nastávají důležité změny, které se týkají i běžných uživatelů kotlů (viz příloha č.1). Je tedy důležité, aby již v současné době byl vybírán kotel, který bude splňovat kritéria daná touto novelou. Mezi základní, již dříve diskutované změny patří [24]:

- 1. 1. 2014 – zákaz prodeje kotlů 1. a 2. emisní třídy. V současné době je jich v užívání cca 75 %.
- 1. 1. 2018 – zákaz prodeje kotlů 3. emisní třídy. Bude možné užívání pouze kotlů emisní třídy 4 a vyšší.
- 31. 12. 2016 – provedení revizí kotlů 10 – 300 kW pod pokutou až 50 000 Kč.
- 1. 9. 2022 – zákaz používání kotlů 1. a 2. emisní třídy u domácností, rovněž pod pokutou až 50 000 Kč [24].

Z novely je zřejmé, že jejím cílem je dosažení prodeje nízkoemisních zdrojů a výměna stávajících technologií (1. a 2. emisní třída kotlů) cca u 500 tisíc domácností. V souvislosti s ní je připravována novela normy o emisních třídách, která předpokládá zrušení třídy 1 a 2 a zavedení třídy 4 a 5.

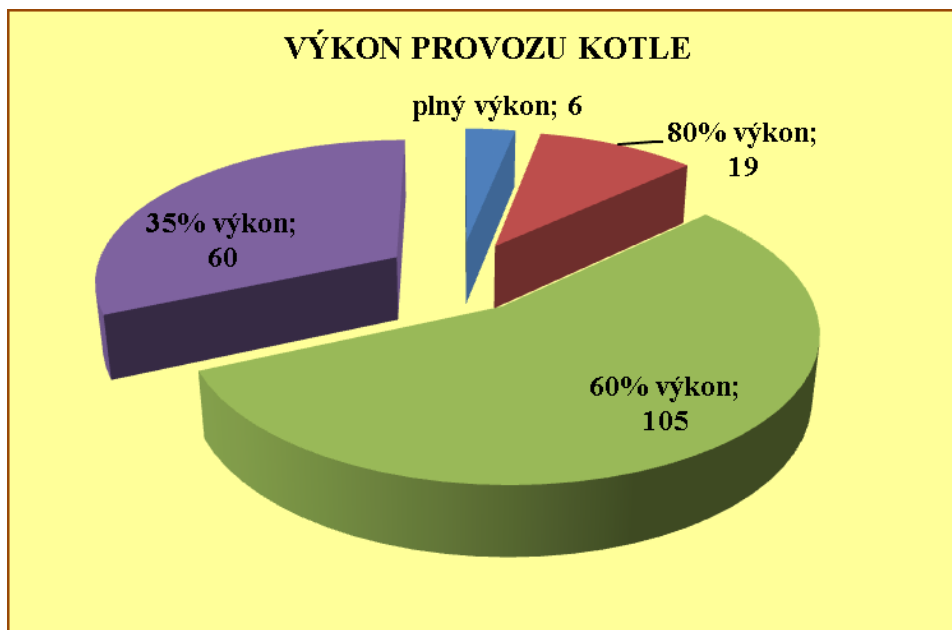
#### **4.1 Typy a účinnost vybraných typů kotlů na štěpku**

Obecně lze říci, že tzv. dlouhá štěpka o délce 5-12cm, kterou je možné vyrobit štěpkovači podle kapitoly 3, je vhodná do všech typů kotlů na dřevo. Lze ji použít jak do kotlů prohořivacích, tak zplynujících. Klasické prohořivací kotle ovšem většinou nesplňují emisní limity pro třídu 3 a výše, proto jsou navrženy kotle zplynovací.

Tuzemských výrobců těchto spalovacích zařízení je opravdu velmi málo. Český trh je v těchto kategoriích zásoben kotli pouze firmy Benekov a Atmos. V zahraničí je situace poněkud jiná. Je možné nalézt celou řadu výrobců, jejichž výrobky jsou prioritně určeny ke spalování dlouhé štěpky. Jako příklad lze uvést firmy Gilles, Guntamatic, Froling, Hargassner, Ponast a další. Některá zařízení těchto výrobců jsou velice propracovaná, ovšem na druhou stranu poměrně velice drahá.

Při volbě výkonu kotle pro RD je třeba si uvědomit, že zařízení nebude potřeba provozovat na plný výkon po celou dobu topné sezony, ale pouze několik dní v roce jak

ukazuje tabulka č. 3 (kapitola 5.4.). Kotel na dřevní hmotu je v provozu na topení v průměru 230 dní v roce, ovšem v každé době o jiném výkonu. Určitý výkon je vždy potřebný jen po určitou dobu, což znázorňuje graf na obrázku č. 7 [26].



Obrázek č. 7 – Výkon provozu kotle  
Zdroj: Zpracováno podle [26]

### Kotel Benekov S25

Tento kotel (viz Obrázek č. 8) třídy 3, je primárně určený ke spalování štěpky, ovšem o délce do 3 cm, což je štěpka tzv. krátká. Pro spalování dlouhé štěpky je proto bez úpravy málo vhodný. Problémy by nastaly zejména ve šnekovém podavači paliva, kde by se větší kusy materiálu zasekávaly. Kotel by neplnil svou funkci. Navržená úprava pro dlouhou štěpku spočívá ve změně zásobníku paliva a způsobu podávání. Zásobník by mohl být umístěn nad kotlem, s tím že palivo by samovolně padalo do kotle bez podavače, popřípadě by zde byl vibrační podavač napojený na snímač teploty v ústí násypky do kotle.

Určité nebezpečí je při prohořívání zásobníku. Toto lze zabezpečit správným tahem komínu a popřípadě je možné to ještě pojistit snímačem teploty, který je napojený na vodní trysku v zásobníku paliva. Účinnost tohoto kotle se pohybuje okolo 90 %, což je hodnota velice slušná. Kotel obsahuje lambda sondu, pomocí které optimalizuje proces spalování, a tím dosahuje nízkých emisí [27].



Obrázek č. 8 – Kotel na štěpku S25 – firmy Benekov  
Zdroj: [28]

### **Kotel DC 25 firmy Atmos**

Kotel DC 25 spadá do emisní třídy 3 a je primárně určený pro spalování kusového dřeva, ovšem spalování dlouhých štěpků by mu nemělo dělat problémy. Je třeba počítat s kratší dobou přikládání oproti kusovému dřevu. Výrobce nenabízí zvětšení přikládací komory, i když pro potřeby spalování dlouhé štěpky se toto řešení nabízí.

Kotel má účinnost až 87 % a je vybaven automatickým vypnutím kotle po dohoření paliva. Neobsahuje lambda sondu pro optimalizaci spalování [29].



Obrázek č. 9 – Kotel DC 25 firmy Atmos  
Zdroj: [30]

#### **Kotel Turbomatic firmy Froling**

Rakouská firma je známa svými kvalitními a velice komfortními kotli na biomasu. Na obrázku č. 10 je nový typ kotle na pelety, štěrku a kusové dřevo. Ke kotli je možno dokoupit podlahový podavač štěpek, takže je zajištěno takřka nepřetržité zásobování kotle palivem. Vše je řešeno tak, že ve vedlejší místnosti je nasypána štěrka na podlaze v libovolné výši a tento patentovaný podavač ji bezproblémově dopraví ke kotli. Je zde dokonce jakési štípací zařízení, které dokáže při dopravě velký materiál upravit na menší kusy. Zařízení je vybaveno lambda sondou pro optimalizaci spalování a účinnost dosahuje až neuvěřitelných 92 %. Tento kotel by měl spadat do emisní třídy 3-4. Obsluha kotle je též velice komfortní, vše je možno instalovat na dálkové ovládání z například obývacího pokoje. Samozřejmostí je u těchto kotlů automatické vybírání popela z topeniště a jeho transport do velkokapacitní nádoby na popel [31].



Obrázek č. 10 - Kotel Turbomatic firmy Froling  
Zdroj: [32]

#### **Kotel Powerchip 20/30kW firmy Guntamatic**

Kotle patří mezi absolutní špičku, co se týká účinnosti i emisí, mají nadstandardní vybavení, lambda sondu a dokonce automatické čištění výměníku. Ovšem ceny těchto kotlů jsou pro vytápění rodinných domků příliš vysoké a proto nedostupné [33].



Obrázek č. 11 - Kotel Powerchip 20/30kW firmy Guntamatic  
Zdroj: [34]

## 5 Zhodnocení využití štěpky

Dřevní štěpka má určitě svoji budoucnost a to hned z několika důvodů.

- je to prakticky nejdostupnější energetický materiál,
- úprava drobného dřevního materiálu na štěpku je úpravou primární na rozdíl od výroby briket či pelet,
- má velice krátkou dobu vysychání,
- má dobrou výhřevnost, rychle dochází k zahřátí kotle na provozní teplotu,
- je dobře skladovatelná a manipulovatelná,
- je možnost jí spalovat téměř ve všech typech kotlů na dřevo,
- možnost plantážové sklizně každé cca 2 až 3 roky.

Samozřejmě u každého paliva se najdou i nevýhody, u štěpky se jedná o

- velký skladovací objem,
- možnost napadení plísněmi při nesprávném skladování,
- rozdílná velikost štěpků,
- možné problémy v podávacích zařízeních kotlů.

### 5.1 Nároky na skladování štěpky – objemové, kvalitativní

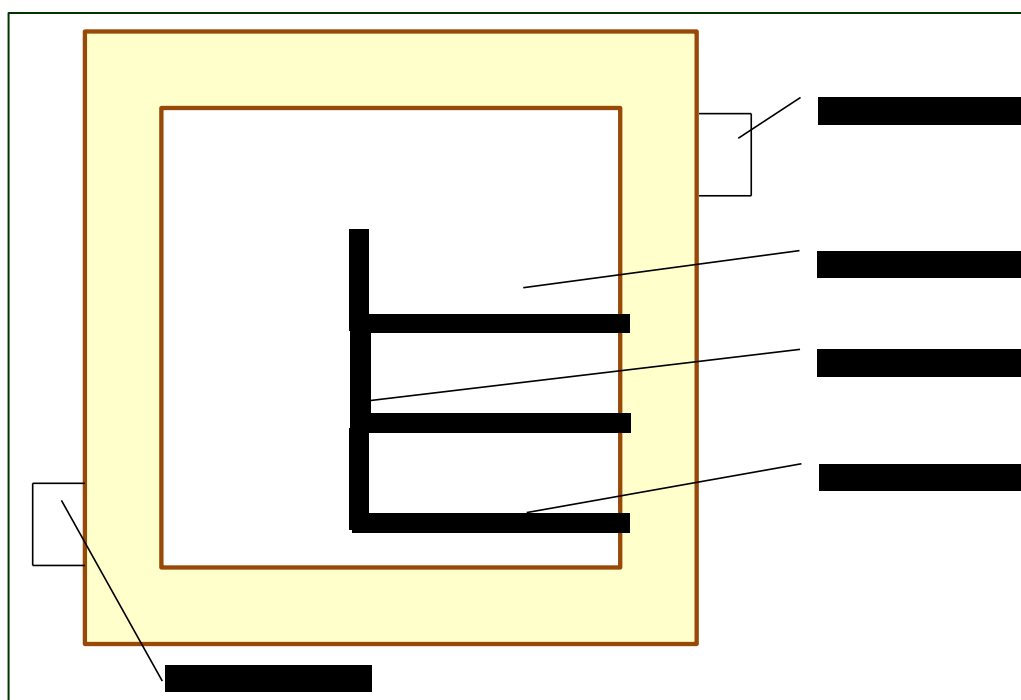
Tato dřevní hmota nemá zvlášť přehnané nároky skladování. Je potřeba si pouze uvědomit, že objem tohoto materiálu je poněkud větší než při topení kusovým dřevem. Z toho je nutno vycházet při výpočtu plochy nutné k uskladnění. U čerstvě sklizené štěpky se pohybuje objemová hmotnost okolo  $300 \text{ kg/m}^3$ . Tento materiál má vlhkost okolo 55 % vody. Při správném skladování vysychá během cca 3 měsíců na objemovou hmotnost kolem  $250 \text{ kg/m}^3$  při vlhkosti cca 30 %. Což je skladovací objem  $3,3 \text{ m}^3/\text{t}$  mokrého materiálu. Vychází-li se tedy například z minimální předpokládané spotřeby okolo 6 tun za topnou sezonu a sklizeň štěpky jednou za dva roky, je zapotřebí skladovací prostor téměř  $40 \text{ m}^3$ . K tomu je třeba přičíst prostor manipulační, a to minimálně  $10 \text{ m}^3$ , což nám dává výslednici okolo  $50 \text{ m}^3$ . Zde samozřejmě záleží na samotném způsobu skladování, zda je materiál již usušený či předusušený a je volně ložený ve vrstvě na podlaze, či je umístěn na sítích nebo zavěšen v několika patrech v rašlových či jutových pytlích. Podle těchto



kritérií pak samozřejmě může potřebný prostor narůstat. Uvedený výpočet platí pro zavěšení pytlované štěpky v řadách od podlahy ke stropu s využitím téměř veškerého prostoru.

## 5.2 Skladovací prostory, vlhkost štěpky, sušení, ochrana před napadením houbami a plísněmi

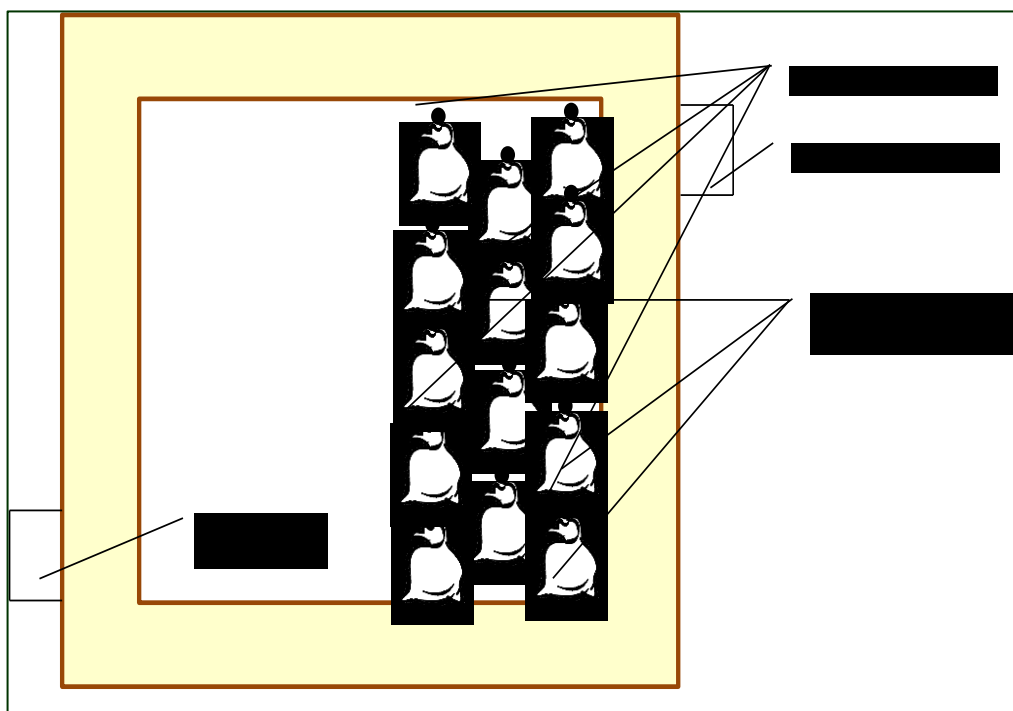
Jak již bylo uvedeno, vhodné skladovací prostory jsou ty, které mají co největší cirkulaci vzduchu. Ta by měla být zajištěna tak, aby vzduch proudil samovolně tzv. komínovým efektem. Pokud se štěpka skladuje jako volně loženou na podlaze, je vhodné ji nejdříve předsušit ve venkovních prostorách (např. přes léto). Jsou-li ovšem skladovací prostory osazeny sítý (viz obrázek č. 12) nebo ještě lépe závěsnými tyčemi (viz Obrázek č. 13), je možno štěpku ihned umístit do těchto prostor.



Obrázek č. 12 – Bokorys místnosti s uskladňujícími sítý na štěpku  
Zdroj: [vlastní nákres autora]

Velmi výhodné se jeví uskladnění štěpky v jutových či rašlových pytlích, které jsou umístěné na závěsných tyčích tak, aby byl co nejvíce využit prostor skladu. Tyče jsou tedy instalovány nad sebou v řadách a pytle na nich zavěšené vyplňují téměř celý prostor. Toto řešení má výhodu v poměrně rychlém prosychání na požadované hodnoty a také je

výhodná manipulace s tímto materiálem. Odpadá nabírání materiálu a samotný přenos ke spalovacímu zařízení je snadný. Při tomto řešení nebo při uskladnění na sítích je nebezpečí napadení houbami a plísněmi minimální. Nedává ani možnost fermentace či dokonce samovznícení, jako při uskladnění vlhkého materiálu ve velkých vrstvách na podlaze.



**Obrázek č. 13 – Bokorys místnosti s uskladněnou štěpkou v jutových či rašlových pytlích**  
Zdroj: [vlastní nákres autora]

Vlhkost mokré štěpky byla měřena digitálním přístrojem FM – 300, jehož rozsah měření vlhkosti dřeva je od 6 – 99 % (viz Obrázek č. 14). Měření bylo invazivní a kalibrace byla provedena výrobcem. Výrobce uvádí přesnost měření  $\pm 1$  %. Při měření syrové štěpky z tvrdého dřeva, konkrétně z jasanu, byly opakovaně naměřeny střední hodnoty vlhkosti 52 %. Měřena byla štěpka o velikosti od 60 mm do 120 mm. Po 30 denním sušení na slunci klesla jeho vlhkost na 43 %. Za dalších třicet dnů na 36 %.

Tyto hodnoty dávají tedy hrubý odhad vlhkosti po třech měsících na 30 % a po čtyřech měsících na cca 25% vlhkosti, což jsou hodnoty vhodné pro spalování. Je tedy patrná výhoda oproti kusovému dřevu, které potřebuje k dosažení hodnoty 25 % vlhkosti cca 2-3 roky a v závislosti na podmínkách i déle.



Obrázek č. 14 - Měřič vlhkosti Voltcraft FM-300  
Zdroj: [35]

### 5.3 Výběr nejvhodnějších dřevin, štěpkovače, typu kotle

Při výběru nejvhodnější dřeviny je třeba se řídit podmínkami, které jsou k dispozici. Jedná se zejména o to, jaká půda je k dispozici, v jaké nadmořské výšce se nachází. Pro běžné podmínky do 600 m. n. m. je doporučovaný japonský topol, jehož výnos z hektaru může dosahovat až 60 tun za tři roky. Tato hodnota vychází z úvahy, že tříletý stromek může za optimálních podmínek vážit 7-8 kg a jeden hektar je možné osázet cca 8 000 kusy japonského topolu. V tomto konkrétním případě je počítáno s ideálními podmínkami, a proto je určitě lepší počítat s nižšími hodnotami, sníženými asi o 1/4.

V případě méně vhodných podmínek, či zamokřené půdy je pak vhodnější se orientovat na domácí dřeviny, jako například vrby nebo jiné, například poměrně slušnou produkci může mít i jasan ztepilý. Obecně lze tedy říci, že při nemožnosti pěstování rychle rostoucích topolů či vrb je třeba si všimnout, jakým dřevinám se v oblasti daří a zda by jejich produkce na pozemku, který je k dispozici byla dostačující pro požadované potřeby. Je tedy jasné, že například sadař, který má několik hektarů ovocných dřevin, má určitě o dostatek štěpky postaráno, neboť ji získá jarními prořezy.

Důvody výběru štěpky oproti ostatním dřevním palivům jsou celkem jasné. Je to dostupnost a výnos ve velmi krátké době. Rychlá použitelnost ve srovnání třeba s kusovým

dřevem. Při výběru ostatních strojů či spalovacích zařízení bylo přihlédnuto zejména k jejich jednoduchosti a ceně.

Před nákupem štěpkovače je potřeba nejdříve uvažovat o výběru kotle vhodného ke spalování tohoto dřevního materiálu. Mnoho výrobců kotlů pracuje jenom s určitými přesně danými (normovanými dle ČSN EN 1461-4) rozměry štěpky. V tom případě je třeba rozlišit zejména mezi krátkou a dlouhou štěpkou. Krátké štěpky do 30 mm jsou vhodné spíše pro kotle kombinované, například pelety-štěpky. Naopak dlouhá štěpka (až 120 mm) je vhodná do zařízení na kusové dřevo a dřevěné brikety.

Výběr velikosti štěpky je tedy prioritní jak při výběru štěpkovače, tak při výběru kotle. Obecně platí, že čím menší rozměry štěpky chceme vyrobit, tím stoupají náklady na tuto výrobu z důvodů větších a silnějších drtičů. U kotlů lze tvrdit, že pro spalování krátké štěpky jsou tato zařízení také dražší, ale tato cena je vyvážena komfortem hlavně z důvodu automatizace provozu. Je-li ke kotli podavač těchto malých štěpek, je zaručeno téměř neomezené přikládání, což u velké štěpky dělá problémy, nebo je úplně znemožněno. Lze uvažovat o tom, že čím menší částice se v kotli spalují, tím má kotel rychlejší regulaci teploty ve spalovacím prostoru, a tím je tedy hospodárnější. Je předpoklad, že tyto větší náklady se vrátí v hospodárnosti a úspornosti provozu.

Pořízení poloprofesionálního či profesionálního štěpkovače určitě není levná záležitost, a proto je třeba zvážit, zda bude používán častěji než jednou za několik let, to znamená, zda bude možnost ho pronajímat dále. V opačném případě je jeho nákup neekonomický a je lepší vyřešit toto pronájmem. Profesionální štěpkovače budou určitě výhodnější ve spojení se zemědělskými stroji, které mají náhon na tato přídatná zařízení a tedy i dostatek síly k štěpkování libovolné frakce.

Cena štěpky z plantáží se na trhu pohybuje od 1 300-3 000 Kč/t materiálu v závislosti na její kvalitě a vlhkosti. U štěpky lesní či zahradnické bývá tato cena ještě nižší a může se pohybovat i těsně nad částkou 500 Kč/t, což je velice výhodné hlavně ve srovnání s kusovým dřevem, jehož ceny se pohybují od cca 2 000 do 4 000 Kč za tunu. Při spotřebě 6 tun za sezonu a nákupu nejlevnějšího materiálu může být tedy úspora při topení štěpkou až 9 000 Kč oproti palivovému kusovému dříví. Za těchto podmínek je pro běžného občana lepší štěpku levně nakoupit, než investovat do pozemku či drahého

štěpkovače. Tato úvaha ovšem za čas nemusí platit, neboť nové emisní limity znesnadní topení zvláště hnědým uhlím a lze předpokládat, že ostatní paliva určitě podraží.

Jiná situace může být u firem, které se zabývají zpracováním dřeva, zahradnickými pracemi, údržbou dřevin okolo vozovek, majiteli sadů apod. Ty mají potřebnou techniku a vytápění firemních budov za použití kotle na štěpku může být pro ně ekonomicky velmi zajímavé.

#### 5.4 Předpokládaná spotřeba štěpky za rok

Předpokládaná spotřeba štěpky pro RD za topnou sezonu má určitě mnoho aspektů, se kterými je třeba počítat. Prvotní je samozřejmě velikost obestavěného prostoru a je ho tepelná izolace. V tabulce č. 3 je uveden rozdíl mezi RD zatepleným podle současných norem a domkem s izolací podle norem platných před 40 lety, počítáno jak na vytápění, tak na ohřev užitkové vody.

Tabulka č. 3 – Tabulka spotřeby paliva  
Zdroj: Zpracováno podle [36]

Palivo	Vlhkost	Výhřevnost	Průměrná provozní činnost	Roční spotřeba - RD - obestavěný prostor 380 m <sup>3</sup>	
				zateplení dle současných norem - spotřeba 76 GJ	starší domek - malé zateplení - spotřeba 120 GJ
Dřevo - polena	20%	14,4 MJ/kg	92% (kotel Fröling)	5,8 tuny	9 tun
Pelety (dřev./energ. št'ovík)	7%	16,6 MJ/kg	92% (kotel Fröling)	5 tun	7,9 tun
Štěpka	20%	14,3 MJ/kg	92% (kotel Fröling)	5,8 tuny	9 tun
LTO	-	42 MJ/kg	90%	2 tuny	3,2 tuny
Černé uhlí	-	29 MJ/kg	75%	3,5 tuny	5,5 tuny
Koks	-	29 MJ/kg	75%	3,5 tuny	5,5 tuny
Hnědé uhlí	-	15 MJ/kg	75%	6,8 tuny	10,7 tuny
Zemní plyn	-	37 MJ/m <sup>3</sup>	90%	2 300 m <sup>3</sup>	3 600 m <sup>3</sup>
El. proud	-	3,6 MJ/kWh	98%	21 500 kWh	34 000 kWh
Propan-Butan	-	46 MJ/kg	90%	1 850 kg	2 900 kg

Dalším prvkem, který ovlivní spotřebu, je výběr kotle. V tabulce č. 3 je uveden u dřeva, pelet a štěrky kotel rakouské firmy Froling, který dosahuje 92% účinnosti. Spotřeby zde uvedených paliv se vztahují nejen k vytápění objektu a i k ohřevu teplé užitkové vody ve výměníku rekuperačního typu.

### **5.5 Časový rozvrh sklizní v následujících letech, nároky na pěstební plochu**

Jak bylo již popsáno v kapitole 2., při pěstování rychle rostoucích dřevin na plantáži je plánována prvotní sklizeň dřeva na štěrku po cca dvou až třech letech. V dalších letech je možno v této periodě pokračovat, ale někdy může být výhodné další obmýtí až po šesti letech. To za předpokladu, že nám prvotní sklizeň zabezpečí provoz na tuto dobu. Vyjde-li se z toho, že po šesti letech může mít japonský topol výšku okolo 15 metrů a průměr kmene 18 až 22 cm, tak se již výtěžnost zvětšuje na udávaných 300-450 m<sup>3</sup> dřevní hmoty. Štěpkování je zde omezeno pouze na větve a zbytek je motorovou pilou vytěžen jako kusové dřevo vhodné do dřevozplynujících kotlů s kombinací štěrka – dřevo.

Vychází-li se z hodnot okolo 60 tun mokré štěrky z hektaru při tříletém obmýtí a orientační spotřeby 6 tun suché štěrky za jednu topnou sezonu, lze počítat cca 24 tun mokré štěrky za tříleté období. Byla přidána třicetiprocentní rezerva na její vyschnutí. Jednoduchým výpočtem lze dojít k hodnotě 0,4 hektaru půdy potřebné pro vytápění RD štěpkou. Je patrné, že pěstební plocha o rozloze 4 000 m<sup>2</sup> je poměrně velká a pokud to složení půdy a nadmořská výška dovolí, je určitě ekonomicky výhodnější pěstování jiných kulturních plodin, jejichž prodej nám zabezpečí energetický materiál na několik topných sezon a případný další zisk.

### **5.6 Cíl dotazníkového šetření, hypotézy**

Dotazníkové šetření je zařazeno jako součást experimentální části diplomové práce. Jeho cílem je zjistit názory uživatelů kotlů na tuhá paliva v oblasti biomasy a možnosti její samovýroby (viz příloha č.2).

H1 – Lidé neznají zákony a jejich novely související s používáním kotlů a tedy se nepřipravují na nové změny

H2 – Lidé znají finanční částku, kterou protopí.

H3 – Lidé nejsou ochotni ke změně na alternativní paliva.

H4 – Lidé jsou ochotni si připlatit namísto pěstování RRD

### **Charakteristika oblasti místa šetření a zkoumaného vzorku**

K dotazování byli vybráni obyvatelé tří vesniček ústeckého kraje, které nacházejí v okolí města Most. Osloveno bylo cca 80 respondentů. Vzhledem k menšímu zpracovanému vzorku nelze považovat odpovědi za zcela validní pro celou skupinu obyvatel ústeckého kraje. Výsledky a i dotazník je však možné použít i pro další šetření v některých dalších výzkumech. Poté, při větším objemu vzorku by bylo možno závěry zobecnit.

Ke zvolení těchto vesnic došlo z několika důvodů.

- 1) Mostecko patří k regionům s dlouhodobě vysokou mírou nezaměstnanosti. V současné době se nezaměstnanost pohybuje okolo 12, 2 % (poslední údaje jsou přístupné z června 2012) [37].
- 2) Těžba uhlí, jako jeden z hlavních znaků Mostu. Lze předpokládat, že lidé jsou zvyklí využívat tohoto fosilního paliva.
- 3) Znečištěné ovzduší na Mostecku bylo v minulosti výrazným problémem. Obyvatelé by měli mít zájem na tom, aby se již nikdy nevracela do smogu zahalená krajina.

Z důvodu zaručení úplné anonymity budou jednotlivé vesnice v hodnocení značeny písmeny A, B, C.

### **Sestavení dotazníku a jeho distribuce**

Před sestavením dotazníku, byly shromážděny dostupné informace k danému tématu (viz předchozí kapitoly). Teprve poté došlo k sestavení dotazníku, který obsahuje 10 otázek. Počet byl zvolen z důvodu co nejnižšího času vyplnění, aby byla zaručena návratnost.

Forma dotazování byla zvolena písemná, v podobě letáčků. Distribuce byla provedena za pomoci místních kulturních zařízení, obchodů, kde byly letáky s dotazníky a urna na odevzdání umístěny. V některých případech byli respondenti dotázáni osobně.

### Zpracování dat získaných z dotazníkového šetření

#### Otázka A) - Název obce

Z oslovených 80 respondentů přináleží:

38 – vesnice A

18 – vesnice B

24 – vesnice C

#### Otázka B) – Bydlení v rodinném domě

Z celkového počtu respondentů nebydlí v rodinném domě 15 dotázaných, tzn. zkoumaný vzorek, se snížil na 65.

Tabulka č. 4 – Typ domu

TYP DOMU	ODPOVĚDI
Pasivní	1
Novostavba	28
Starší výstavba	36

#### Otázka C) – Spalovací zařízení

Vzhledem k následujícím otázkám v dotazníku je vhodné pracovat s respondenty, kteří mají již v současné době ve svém RD kotel. Zkoumaný vzorek se tedy snížil z 65 na 58 zpracovatelných dotazníků, neboť 7 dotázaných nepoužívá k lokálnímu vytápění kotel (viz Tabulka č. 5).

Tabulka č. 5 – Spalovací zařízení

SPALOVACÍ ZAŘÍZENÍ	ODPOVĚDI
Krbová kamna	7
Kotel na tuhá paliva	58

#### Otázka č. 1 – Cena paliva za jednotku objemu

Cílem této otázky bylo zjistit, zda lidé mají povědomí o tom, kolik stojí jednotka objemu paliva, kterým přikládají. Asi především z důvodů nepříliš dobré ekonomické situace se lidé více zajímají o ceny, a tak v průzkumu bylo zjištěno, že znalost ceny



používaného paliva ví cca 50 % dotázaných (viz Tabulka č. 6 a Obrázek č. 15 Cena paliva za jednotku objemu).

Tabulka č. 6 – Cena paliva za jednotku objemu

CENA PALIVA/JEDNOTKA OBJEMU	ODPOVĚDI
Ano	28
Ne	30



Obrázek č. 15 Cena paliva za jednotku objemu

#### Otázka č. 2 – Výše spotřeby paliva za rok

Daleko pozoruhodnější jsou výsledky otázky č. 2, kdy respondenti měli sdělit, zda znají výši spotřeby paliva, které protopí za jedno období, v tomto případě rok. Je překvapujícím zjištěním, že téměř 52% uživatelů kotlů neví, kolik spálí paliva. 34 % dotázaných zvolilo odpověď 4-6 tun. Lze říci, že právě tolik paliva je přibližně potřeba na vytápění standardního RD. Samozřejmě přesné množství závisí na mnoha faktorech, např. typu kotle, zateplení domu, vlhkosti paliva, druhu paliva, atd. (viz Tabulka č. 7).

Tabulka č. 7 - Výše spotřeby paliva za rok

SPOTŘEBA PALIVA/ROK	ODPOVĚDI
4-6 t	20
7-10 t	5
11-15 t	3
nevím	30

### Otázka č. 3 – Přejchod od fosilního paliva k biomase

Celosvětovým trendem je přechod od používání fosilních paliv k biomase. Je tedy velmi zneklidňující, že téměř 43 % respondentů nemá zájem toto uskutečnit. Naproti tomu 37 % dotázaných již paliva biomasy používá (viz Tabulka č. 8).

Tabulka č. 8 - Přejchod od fosilního paliva k biomase

PŘECHOD K BIOMASE	ODPOVĚDI
Ano	11
Ne	25
Biomasa používána	22

### Otázka č. 4 – Informace o samovýrobě štěpky pěstováním rychle rostoucích dřevin

Z dotázaných 25 % nemá žádné povědomí o tom, co si představit pod pojmem RRD. Dalších 60 % neví, že je možné je pěstovat a nadále využívat k samovýrobě biomasy. Pouze necelých 14 % o této možnosti četlo, či slyšelo (viz Tabulka č. 9).

Tabulka č. 9 – Možnost samovýroby štěpky z RRD

MOŽNOST SAMOVÝROBY ŠTĚPKY Z RRD	ODPOVĚDI
Ano	8
Ne	35
Neznám pojem RRD	15

#### Otázka č. 5 – Zájem o pěstování RRD na vlastním pozemku, samovýroba štěpky

Tématem diplomové práce a tedy i dotazníku je zjištění výhodnosti, možnosti a ochoty lidí nejen topit štěpkou, ale získávat ji samovýrobou. Tato otázka zcela jasně nastínila názor lidí. Celých 77 % dotázaných nemá o pěstování rychle rostoucích dřevin a následně jejich přeměny na štěpku zájem (viz Tabulka č. 10). Důvodem může být i to, že v odpovědi č. 4 25 % odpovídajících uvedlo, že ani pojem RRD nezná.

Další důvod neochoty je možno vidět např. v nedostatečných možnostech jednak ze strany volných a vhodných pozemků na pěstování, určité finanční náročnosti při zakoupení příslušných strojů, tedy kupříkladu štěpkovačů.

Problém je zcela jistě možné vidět i neznalosti a z bázně z neznámého a v neposlední řadě též nutnosti vyššího pracovního úsilí, které může být pro majitele RD velkou překážkou ať již z důvodu pracovní vyčílenosti nebo zdravotního handicapu.

Tabulka č. 10 – Pěstování RRD, samovýroba štěpky

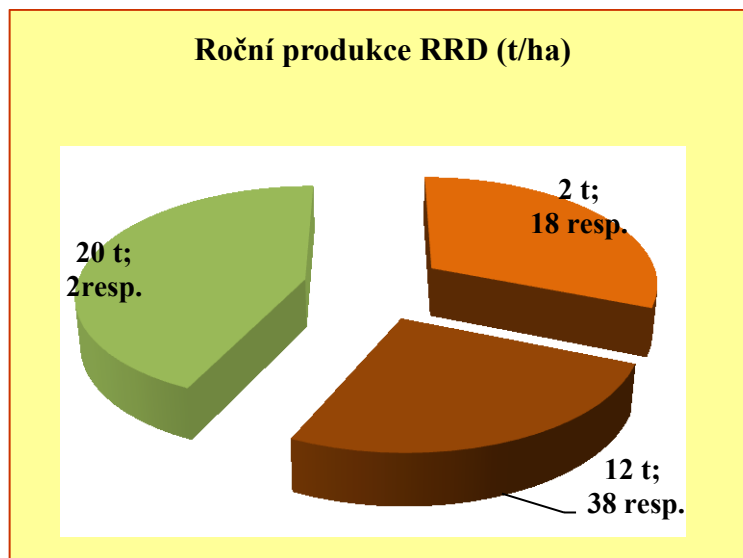
<b>PĚSTOVÁNÍ RRD, SAMOVÝROBA ŠTĚPKY</b>	<b>ODPOVĚDI</b>
<b>Ano</b>	12
<b>Ne</b>	45

#### Otázka č. 6 – Představa o roční produkci RRD/ha

I přesto, že podle předchozích odpovědí respondenti mají malou informovanost o RRD, dokázali odhadnout přibližnou roční produkci RRD na hektar. Nejpřijatelnější možnost označilo 65 % dotázaných (viz Tabulka č. 11). Výnosnost RRD podcenilo 31 % dotázaných. Jejich představa o výnosnosti byla na cca 2 t/ha (viz Obrázek č. 16).

Tabulka č. 11 - Představa o roční produkci RRD/ha

<b>ROČNÍ PRODUKCE RRD(T/HA)</b>	<b>ODPOVĚDI</b>
<b>2 t</b>	18
<b>12 t</b>	38
<b>20 t</b>	2



Obrázek č. 16 – Roční RRD/ha

**Otázka č. 7 – Znalost rozdílů mezi kusovým dřevem a štěpkou z hlediska doby vysychání na požadovanou vlhkost**

Jak již bylo napsáno v druhé kapitole, pro dobrou výhřevnost štěpky (stejně tak i dřeva) je důležitá její vlhkost. Otázka č. 7 měla tedy zjistit, zda si lidé spotřebitelé dřeva – štěpky, dokážou představit, jaký může být časový rozdíl při vysychání štěpky oproti dřevu. Z celkového množství odpovědí, 81 % bylo negativních, tzn. respondenti nemají pojem o časovém úseku. Dokonce 5 lidí odpovědělo, že nevěděli o nutnosti vysychání (viz Tabulka č. 12).

**Tabulka č. 12 – Znalost rozdílu času vysychání – dřevo/štěpka**

ZNALOST ROZDÍLU ČASU VYSYCHÁNÍ - DŘEVO/ŠTĚPKA	ODPOVĚDI
Ano	7
Ne	47
Nevím, že je nutné vysychání	5

**Otázka č. 8 – Informace o změně zákona, který se týká i výměny kotlů**

Pro majitele domů, kteří využívají k vytápění a ohřevu vody kotle je důležitá novela zákona o ochraně ovzduší, podle něhož dojde k výrazné změně při používání kotlů.

(viz kapitola 2) Téměř 78 % z nich o této novele dosud neslyšela. Pouze 22 % zaškrtnula odpověď ano. Lze tedy říci, že i pro respondenty bylo vyplnění dotazníku přínosem.

**Tabulka č. 13 – Informace o změně zákona v souvislosti s výměnou kotlů**

<b>INFORMACE O ZMĚNĚ ZÁKONA V SOUVISLOSTI S VÝMĚNOU KOTLŮ</b>	<b>ODPOVĚDI</b>
<b>Ano</b>	13
<b>Ne</b>	45

**Otázka č. 9 – Finanční částka, kterou jsou respondenti ochotni zaplatit za kotel 3. a 4. emisní třídy**

V této otázce se opět projevila jednak neznalost uvažovaných legislativních změn, rovněž nepříliš dobrá finanční situace a také to, že lidé neradi mění zaběhnuté a tedy se příliš nezajímají o nové trendy (komfort nových typů kotlů). Pouze 3 z odpovídajících by byli ochotni zakoupit i bez dotace kotel v cenové relaci nad 50 tis. Kč (viz Tabulka č. 14). Téměř 83 % by uvažovalo o koupi kotle ve výši cca 35 tis. Kč.

**Tabulka č. 14 – Cena kotle 3. a 4. emisní třídy**

<b>CENA KOTLE 3. a 4. EM. TŘÍDY</b>	<b>ODPOVĚDI</b>
<b>do 35 tis. Kč</b>	48
<b>do 50 tis. Kč</b>	7
<b>nad 50 tis. Kč</b>	3

**Otázka č. 10 – Časový interval mezi jednotlivým přiložením do kotle**

Z této otázky je patrné, že opravdu většina respondentů nemá přílišný pojem o výhodnosti automatických kotlů, kotlů s podavačem, tj. těch, kteří umožňují daleko vyšší komfort než běžně používané kotle na tuhá paliva. Pouze 8 respondentů, tedy 13 % z dotázaných odhadlo dobu mezi příklady na 12 hodin (viz Tabulka č. 15). Nelze jednoznačně říci, že doba je 6, 7, 9, 11, 12 hodin. Vše závisí právě na typu kotle a na jeho doplňcích, na prostorech kotelny a jejího příslušenství toho či onoho RD.

Obecně lze říci, že čím kvalitnější kotel tím větší komfort pro uživatele.

Tabulka č. 15 – Četnost přikládání

ČETNOST PŘIKLÁDÁNÍ	ODPOVĚDI
4 hod	34
6 hod	16
12 hod a více	8

### Vyhodnocení výzkumu

- H1 – Hypotéza o neznalosti legislativních dokumentů, tedy novele, která se týká i změny v používání kotlů se potvrdila.
- H2 – Hypotéze o tom, že lidé znají částku, kterou pravidelně každý rok protopí, se nepotvrdila.
- H3 – Hypotéza o tom, že lidé dosud nejsou příliš ochotni ke změně z fosilních paliv na biomasu, se potvrdila.
- H4 – Hypotéza, že lidé jsou ochotni si připlatit namísto pěstování RRD se potvrdila.

Je patrné, že z nastavených hypotéz se 3 potvrdily a 1 byla vyvrácena.

Cíle dotazníkového šetření byly splněny. Reliabilita se poněkud snížila tím, že původně oslovený vzorek respondentů byl redukován na číslo 58. Téměř polovina z těchto dotázaných nechce přecházet od fosilních paliv k biomase. Důvod pravděpodobně lze hledat v především v pohodlné obsluze, např. u elektrického či plynového kotle.

Odpovědi zejména u otázky č. 9 prokázaly, že je velmi malá informovanost o možnostech právě při používání biomasy, pokud se míní její samovýroba. V poznámkách respondenti uvedli, že znají pouze samovýrobu kusového dřeva, což znamená osobní kácení vyznačených stromů.

Ve shrnutí lze tedy zkonstatovat, že v současné době ještě nejsou lidé natolik poučení, aby dokázali obětovat čas, námahu za levnější a ekologičtější palivo. Lze předpokládat, že tento přístup se může během několika let zcela změnit např. v souvislosti s uváděnou změnou emisních tříd kotlů. Poté by bylo vhodné výzkum opakovat, a to nejen ve stejné lokalitě, ale i v dalších krajích a na větším zkoumaném vzorku tak, aby data byla široce využitelná.

## 6 Závěr

Spalování biomasy ještě stále není rozšířeno takovým způsobem, jak by bylo na dnešní dobu vhodné. Konkrétně sama štěpka, již lze považovat za palivo s velkou budoucností za přijatelnou cenu, je mezi lidmi opomíjena. Stále více se používají z nabídky biomasy pelety, případně brikety, jejichž cena je oproti štěpce daleko vyšší. Rovněž jejich samovýroba je velmi obtížná či spíše téměř nemožná. U štěpky je to však jiné. Samovýrobu lze provádět přinejmenším zpracováním dřevního odpadu ze zahrad, či zakoupeného a v neposlední řadě pěstováním rychle rostoucích dřevin.

Bonita půdy se samozřejmě bude snižovat, zejména po dobu pěstování RRD, cca 10 - 12 let, kdy je vhodné pozemek přeorat, vyhnojit a popřípadě vysadit jiný druh RRD. Není myslitelné, aby v každé vesnici rostly jen japonské topoly. Je mnoho druhů dřevin, kterým vyhovují místní podmínky a jejichž přírůstky stojí za zmínku. Jen například u příjezdových cest do vesnic se určitě najde pár náletových druhů, jako například švestka domácí, mirabelka či jasan ztepilý, jejichž větve zarůstají místní silničky a jsou pracně stříhány a většinou ponechány na místě. Proč tedy nevyužít i tento materiál ke štěpkování a zbytečně nezabírat například ornou půdu.

Je možné předpokládat, že výrobci spalovacích zařízení, se zaměřením na výrobu kotlů v požadované 4. a 5. emisní třídě a samotné technologie na výrobu biomasy budou zlevňovat. Jen tak je možné docílit vyššího využívání obnovitelných zdrojů energie oproti fosilním palivům. Pak je předpoklad zvýšeného zájmu lidí na zajištění paliva vlastními silami.

Celou práci lze považovat za jakýsi malý manuál, který může být užitečný pro majitele rodinných domů, kteří se již nyní musí připravovat na legislativní změny. Informuje je o vlastnostech, způsobech pěstování, vhodném prostředí i zpracování rychle rostoucích dřevin, o jejich pěstování mohou uvažovat. Nastiňuje jim možnosti výběru strojů na zpracování štěpky, případně pronájmu těchto strojů. V neposlední řadě ukazuje nač se soustředit, a to již v dnešní době, při výběru správného spalovacího zařízení, které v budoucnu bude jednak legislativně uznáváno a majiteli může ušetřit finanční prostředky.

## Seznam použité literatury

1. MALAŤÁK, J., VACULÍK, P.: *Biomasa pro výrobu energie*. ČZU Praha 2008. 206 s. ISBN 978-80-213-1810-6
2. STUPAVSKÝ, V., HOLÝ, T.: Dřevní štěpka - zelená, hnědá, bílá. *Biom.cz* [online]. 2010-01-01 [cit. 2012-08-07]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/drevni-stepka-zelena-hneda-bila>>. ISSN: 1801-2655.
3. SLADKÝ, V., DVOŘÁK J. a ANDERT D.. *Obnovitelné zdroje energie - fytopaliva* [online]. Praha: Výzkumný ústav zemědělské techniky, 2002 [cit. 2012-08-07]. ISBN 80-238-9952-X. Dostupné z: [http://212.71.135.254/vuzt/poraden/prirucky/p2002\\_02.pdf](http://212.71.135.254/vuzt/poraden/prirucky/p2002_02.pdf)
4. OCHODEK, T., KOLONIČNÝ J., JANÁSEK P.: *Potenciál biomasy, druhy, bilance a vlastnosti paliv z biomasy: studie v rámci projektu Možnosti lokálního vytápění a výroby elektřiny z biomasy*. 1. vyd. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita, 2006, 185 s. ISBN 80-248-1207-x.
5. ČR. Zákon o ochraně přírody a krajiny. In: 1992. 1992, č. 114. Dostupné z: <http://www.pracepropravniky.cz/zakony/zakon-o-ochrane-prirody-a-krajiny-uplne-znen>
6. ČR. Zákon o ochraně zemědělského půdního fondu. In: 1992. 1992, č. 334, 068/1992. Dostupné z: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/1992-334>
7. ČR. Zákon o oběhu osiva i sadby. In: 2003. 2003, č. 219, 079/2003. Dostupné z: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2003-219>
8. WEGER, Jan. Legislativa a RRD. *Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví* [online]. 2011 [cit. 2012-08-07]. Dostupné z: <http://mail.vukoz.cz/vuoz/biomass.nsf/pages/legislativa.html>
9. WEGER, Jan. Pěstování výmladkových plantáží rychle rostoucích dřevin. *Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví* [online]. 2012 [cit. 2012-08-07]. Dostupné z: <http://mail.vukoz.cz/vuoz/biomass.nsf/pages/a.html>
10. WEGER, Jan. Rychle rostoucí dřeviny jako energetické plodiny 2. generace a jejich potenciál v ČR a EU. *Věda.cz* [online]. 2009 [cit. 2012-08-07]. Dostupné z: <http://www.veda.cz/article.do?articleId=42320>



11. CELJAK, Ivo: Pěstování topolů pro energetické účely – 1. *Biom.cz* [online]. 2010-08-23 [cit. 2012-07-17]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/pestovani-topolu-pro-energeticke-ucely-1>>. ISSN: 1801-2655.
12. LENŽA, Libor, et. Technický manuál pro implementaci a pilotní akce: Využití biomasy v regionálních systémech. *REC - Regionální energetické centrum, o.p.s.* [online]. [cit. 2012-08-09]. Dostupné z: [http://www.regec.cz/\\_data/attachments/261eb580fc13ae1a5ecd49e187d94bb3\\_Document%20No4%20CZ%20-%20BRIE%20REC.pdf](http://www.regec.cz/_data/attachments/261eb580fc13ae1a5ecd49e187d94bb3_Document%20No4%20CZ%20-%20BRIE%20REC.pdf)
13. WEGER J., HAVLÍČKOVÁ K. (2002): Pěstování rychle rostoucích dřevin. In: *Agromagazín*. 3/2: 41.43. ISSN 1212-6667
14. WEGER J., HAVLÍČKOVÁ K. (2002): The first results of the selection of woody species for short rotation coppices in the transitional oceanic-continental climate of the Czech Republic. Twelfth European Conference Biomass for Energy, Industry and Climate Protection, Amsterdam, ETA Florence, ISBN-88-900442-5-X, p. 107-110.
15. Drtič větví Pirana. *Štípač dřeva, drtič větví, štěpkovač, drtič větví, zahradní drtič větví, radlice, navijáky, fréza na pařezy, půdní vrták, luční brány, mulčovač, přepravní kontejner, rampovač, zatloukač kůlů, převodovky, ocelová lana, řetězy, textilní úvazky, trhač křovin, trhač dřevin, přesazovač stromů, zmrazkovač, rozmetadlo, silniční fréza, hydraulický zvedák, trakař, hydraulická nakládací ruka, autodopravní pásy* | Bystron Inegrace s.r.o. [online]. 2012 [cit. 2012-08-09]. Dostupné z: <http://www.bystron.cz/drtic-vetvi-pirana.php>
16. Drtič větví Pirana. *Štípač dřeva, drtič větví, štěpkovač, drtič větví, zahradní drtič větví, radlice, navijáky, fréza na pařezy, půdní vrták, luční brány, mulčovač, přepravní kontejner, rampovač, zatloukač kůlů, převodovky, ocelová lana, řetězy, textilní úvazky, trhač křovin, trhač dřevin, přesazovač stromů, zmrazkovač, rozmetadlo, silniční fréza, hydraulický zvedák, trakař, hydraulická nakládací ruka, autodopravní pásy* | Bystron Inegrace s.r.o. [online]. 2012 [cit. 2012-08-09]. Dostupné z: [http://www.bystron.cz/obr/pirana\\_pomalobezna/v/6.jpg](http://www.bystron.cz/obr/pirana_pomalobezna/v/6.jpg)
17. Drtič větví Pirana. *Štípač dřeva, drtič větví, štěpkovač, drtič větví, zahradní drtič větví, radlice, navijáky, fréza na pařezy, půdní vrták, luční brány, mulčovač, přepravní kontejner, rampovač, zatloukač kůlů, převodovky, ocelová lana, řetězy, textilní úvazky, trhač křovin, trhač dřevin, přesazovač stromů, zmrazkovač, rozmetadlo, silniční fréza,*

- hydraulický zvedák, trakař, hydraulická nakládací ruka, autodopravní pásy* | *Bystroň Inegrace s.r.o.* [online]. 2012 [cit. 2012-08-09]. Dostupné z:  
<http://www.bystron.cz/obr/pirana/v/8.jpg>
18. DH 10 E - Drtič dřevní hmoty. *ROJEK dřevoobráběcí stroje a.s.* [online]. 2012 [cit. 2012-08-09]. Dostupné z:  
[http://www.rojek.cz/rojek.asp?jazyk=cz&d=drtic\\_drevni\\_hmoty\\_dh\\_10\\_e&go=Vyroba&Vyroba=1665000](http://www.rojek.cz/rojek.asp?jazyk=cz&d=drtic_drevni_hmoty_dh_10_e&go=Vyroba&Vyroba=1665000)
19. DH 10 E - Drtič dřevní hmoty. *ROJEK dřevoobráběcí stroje a.s.* [online]. 2012 [cit. 2012-08-09]. Dostupné z: <http://www.rojek.cz/img/stroje/DH10E-500.JPG>
20. DH 10 E - Drtič dřevní hmoty. *ROJEK dřevoobráběcí stroje a.s.* [online]. 2012 [cit. 2012-08-09]. Dostupné z: [http://www.rojek.cz/pdf/Drvice\\_cz.pdf](http://www.rojek.cz/pdf/Drvice_cz.pdf)
21. Štěpkovač URBAN SM-70. *Štěpkovače - eStepkovac.cz* [online]. 2012 [cit. 2012-08-09]. Dostupné z: <http://www.estepkovac.cz/14-stepkovac-sm70-s-motorem.html>
22. Štěpkovač URBAN SM-70. *Štěpkovače - eStepkovac.cz* [online]. 2012 [cit. 2012-08-09]. Dostupné z: <http://www.estepkovac.cz/14-58-thickbox/stepkovac-sm70-s-motorem.jpg>
23. Vyberte si cihlový dům. *Wienerberger cihlářský průmysl* [online]. 2012 [cit. 2012-08-09]. Dostupné z: <http://www.wienerberger.cz/individu%C3%A1ln%C3%AD-stavebn%C3%ADci/ke-sta%C5%BEn%C3%AD-download/vyberte-si-cihlov%C3%BD-d%C5%AFm>
24. ČR. Zákon o ochraně ovzduší. In: 2012. 2012, 069. Dostupné z:  
<http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2002-86>
25. KRPEC, K, J HORÁK a F HOPAN. Měření emisí znečišťujících látek z kotlů malých výkonů. *Vytápění - TZB-info* [online]. 2012 [cit. 2012-08-09]. Dostupné z:  
<http://vytapieni.tzb-info.cz/ochrana-ovzdusi/8200-mereni-emisi-znecistujicich-latek-z-kotlu-malych-vykonu>
26. Potřebná výkonnost kotle na dřevní hmotu. *Fröling - kotle na dřevo, kotle na pelety* [online]. 2012 [cit. 2012-08-09]. Dostupné z:  
[http://www.rioni.cz/spotreba\\_vykonnost.htm](http://www.rioni.cz/spotreba_vykonnost.htm)
27. BENEKOV S 25. *Benekov* [online]. 2012 [cit. 2012-08-09]. Dostupné z:  
<http://www.benekov.cz/cs/produkty/benekov-s-25>

28. BENEKOV S 25. *Benekov* [online]. 2012 [cit. 2012-08-09]. Dostupné z:  
[http://www.benekov.cz/files/images/products/69/s25\\_web.jpg](http://www.benekov.cz/files/images/products/69/s25_web.jpg)
29. Kotle na dřevo. In: *Atmos* [online]. 2012 [cit. 2012-08-09]. Dostupné z:  
<http://www.atmos.cz/czech/kotle-001-kotle-na-drevo>
30. Kotle na dřevo. In: *Atmos* [online]. 2012 [cit. 2012-08-09]. Dostupné z:  
<http://www.atmos.cz/czech/images/kotle-001-kotle-na-drevo/kotle-001-04.png>
31. Kotle na štěpku a pelety. In: *Fröling - kotle na dřevo, kotle na pelety* [online]. 2012 [cit. 2012-08-09]. Dostupné z: [http://www.rioni.cz/kotel\\_stepka\\_T4.htm](http://www.rioni.cz/kotel_stepka_T4.htm)  
[kotle-001-04.png](http://www.rioni.cz/kotel_stepka_T4.htm)
32. Kotle na pelety a štěpku - Turbomatic. In: *Fröling - kotle na dřevo, kotle na pelety* [online]. 2012 [cit. 2012-08-09]. Dostupné z: <http://www.rioni.cz/images/tmc.gif>
33. Kotel Guntamatic POWERCHIP - na štěpku, pelety, obilí - 20/30/40/50 kW. In: *Kotle Guntamatic* [online]. 2012 [cit. 2012-08-09]. Dostupné z:  
<http://guntamatic.esel.cz/stranka.aspx?idstranka=2301>
34. Kotel Guntamatic POWERCHIP - na štěpku, pelety, obilí - 20/30/40/50 kW. In: *Kotle Guntamatic* [online]. 2012 [cit. 2012-08-09]. Dostupné z:  
<http://guntamatic.esel.cz/Upload/WYSIWYG/Image/GUNTAMATIC/2301-POWERCHIP/01.jpg>
35. VOLTcraft FM-300 Měřič vlhkosti dřeva, rozsah vlhk - 100845. In: *Hlavní stránka - Direto.cz* [online]. 2012 [cit. 2012-08-09]. Dostupné z:  
<http://www.direto.cz/img/prd/000/000/371/000000371015p.jpg>
36. Tabulka spotřeby paliva. *Fröling - kotle na dřevo, kotle na pelety* [online]. 2012 [cit. 2012-08-09]. Dostupné z: [http://www.rioni.cz/spotreba\\_vykonnost.htm](http://www.rioni.cz/spotreba_vykonnost.htm)
37. Statistiky nezaměstnanosti. In: *Úřad práce ČR* [online]. 2012 [cit. 2012-08-09]. Dostupné z: <http://portal.mpsv.cz/sz/stat/nz/mes>

## Seznam obrázků

Obrázek č. 1 – Spalné teplo jednotlivých plodin .....	20
Obrázek č. 2 - Drtič větví typu Pirana firmy Bystroň s.r.o. ....	22
Obrázek č. 3 – Šnekový podavač .....	22
Obrázek č. 4 - Drtič větví firmy Rojek .....	23
Obrázek č. 5 – Nože řezné hlavy .....	24
Obrázek č. 6 – Štěpkovač SM 70 firmy Urban .....	24
Obrázek č. 7 – Výkon provozu kotle .....	28
Obrázek č. 8 – Kotel na štěplu S25 – firmy Benekov .....	29
Obrázek č. 9 – Kotel DC 25 firmy Atmos .....	30
Obrázek č. 10 - Kotel Turbomatic firmy Froling .....	31
Obrázek č. 11 - Kotel Powerchip 20/30kW firmy Guntamatic .....	31
Obrázek č. 12 – Bokorys místnosti s uskladňujícími sítý na štěpku .....	33
Obrázek č. 13 – Bokorys místnosti s uskladněnou štěpkou v jutových či rašlových pytlích .....	34
Obrázek č. 14 - Měřič vlhkosti Voltcraft FM-300 .....	35
Obrázek č. 15 Cena paliva za jednotku objemu .....	41
Obrázek č. 16 – Roční RRD/ha .....	44

## Seznam tabulek

Tabulka č. 1 – Porovnání matečnic, výmladkových plantáží RRD a lesnických lignikultur .....	15
Tabulka č. 2 - Spalné teplo jednotlivých paliv .....	19
Tabulka č. 3 – Tabulka spotřeby paliva .....	37
Tabulka č. 4 – Typ domu .....	40
Tabulka č. 5 – Spalovací zařízení .....	40
Tabulka č. 6 – Cena paliva za jednotku objemu .....	41
Tabulka č. 7 - Výše spotřeby paliva za rok .....	42
Tabulka č. 8 - Přejchod od fosilního paliva k biomase .....	42

Tabulka č. 9 – Možnost samovýroby štěpky z RRD .....	42
Tabulka č. 10 – Pěstování RRD, samovýroba štěpky .....	43
Tabulka č. 11 - Představa o roční produkci RRD/ha .....	43
Tabulka č. 12 – Znalost rozdílu času vysychání – dřevo/štěpka .....	44
Tabulka č. 13 – Informace o změně zákona v souvislosti s výměnou kotlů.....	45
Tabulka č. 14 – Cena kotle 3. a 4. emisní třídy .....	45
Tabulka č. 15 – Četnost přikládání .....	46

## **Seznam příloh**

Příloha č. 1 – Emisní požadavky na spalovací stacionární zdroje na pevná paliva .....	54
Příloha č. 2 – Dotazník .....	55

**Příloha č. 1 – Emisní požadavky na spalovací stacionární zdroje na pevná paliva**  
Zdroj: [24]

POŽADAVKY NA SPALOVACÍ STACIONÁRNÍ ZDROJE OD 1. 1. 2014				
emisní minimální požadavky spalovacího zdroje o jmenovitém tepelném příkonu méně jak 300 kW				
DODÁVKA PALIVA	DRUH PALIVA	JMENOVITÝ TEPELNÝ PŘÍKON (kW)	MEZNÍ HODNOTY EMISÍ	
			CO	TZL
RUČNÍ	BIOLOGICKÉ	≤65	5 000	150
		>65 až 187	2 500	150
		>187 až 300	1 200	150
	FOSILNÍ	≤65	5 000	125
		>65 až 187	2 500	125
		>187 až 300	1 200	125
SAMOČINNÁ	BIOLOGICKÉ	≤65	3 000	150
		>65 až 187	2 500	150
		>187 až 300	1 200	150
	FOSILNÍ	≤65	3 000	125
		>65 až 187	2 500	125
		>187 až 300	1 200	125
POŽADAVKY NA SPALOVACÍ STACIONÁRNÍ ZDROJE OD 1. 1. 2018				
emisní minimální požadavky spalovacího zdroje o jmenovitém tepelném příkonu 10 do 300 kW				
DODÁVKA PALIVA	DRUH PALIVA	JMENOVITÝ TEPELNÝ PŘÍKON (kW)	MEZNÍ HODNOTY EMISÍ	
			CO	TZL
RUČNÍ	BIOLOGICKÉ	≤65	5 000	150
		>65 až 187	2 500	150
		>187 až 300	1 200	150
	FOSILNÍ	≤65	5 000	125
		>65 až 187	2 500	125
		>187 až 300	1 200	125
SAMOČINNÁ	BIOLOGICKÉ	≤65	3 000	150
		>65 až 187	2 500	150
		>187 až 300	1 200	150
	FOSILNÍ	≤65	3 000	125
		>65 až 187	2 500	125
		>187 až 300	1 200	125

## Příloha č. 2 – Dotazník

### Dotazník k nahrazení fosilních paliv biomasou

Vážení spoluobčané,

dovoluji si vás oslovit v rámci zpracování mé diplomové práce a požádat Vás o vyplnění krátkého dotazníku, který bude použit pro studijní účely. Dotazník je zcela anonymní.

Pokyny k vyplňování:

Otázky si pozorně přečtěte a zvolenou odpověď čitelně označte křížkem. Vyberte či doplňte tu odpověď, která nejlépe vystihuje Váš názor na danou problematiku. Na konci dotazníku můžete vepsat své postřehy a poznámky.

- 
- 
- A) Vepište název Vaší obce: .....
- B) Bydlíte-li v rodinném domě, označte jeho typ; pokud ne dotazník dále nevyplňujte.
- a) pasivní dům
  - b) novostavba
  - c) starší výstavba
- C) Používáte-li lokální vytápění, vyberte spalovací zařízení; vyberete-li odpověď b, dotazník dále nevyplňujte.
- a) krbová kamna
  - b) kotel na tuhá paliva

- 
- 1) Znáte cenu za jednotku objemu paliva, které používáte u svého kotle?
- a) ano
  - b) ne
- 2) Jaká je výše spotřeby Vašeho paliva za rok?
- a) 4-6 t
  - b) 7-10 t
  - c) 11-15 t
  - d) nevím
- 3) Pokud používáte fosilní palivo (např. uhlí), byli byste ochotni přejít k alternativnímu palivu – biomase (např. štěpka)?
- a) ano
  - b) ne
  - c) biomasu již používám
- 4) Víte o možnosti samovýroby štěpky pěstováním rychle rostoucích dřevin?

Ilona Kociánová: Problematika výroby štěpky, nároky a spotřeba při lokálním spalování

- a) ano
  - b) ne
  - c) nevím, co jsou rychle rostoucí dřeviny
- 5) Měli byste zájem o pěstování rychle rostoucích dřevin na svém pozemku a následně je využívat k energetickým účelům, tedy k výrobě a spalování štěpky?
- a) ano
  - b) ne
- 6) Máte představu o roční produkci rychle rostoucích dřevin z 1 ha?
- a) 2 t
  - b) 12 t
  - c) 20 t
- 7) Znáte rozdíly mezi kusovým dřevem a štěpkou z hlediska doby vysychání na požadovanou vlhkost?
- a) ano
  - b) ne
  - c) nevím, že je nutné vysychání
- 8) Máte informace o novele zákona o ochraně ovzduší, podle kterého budou „běžné typy kotlů“ zakázány?
- a) ano
  - b) ne
- 9) Podle novely zákona o ochraně ovzduší se budou používat pouze typy kotle emisní třídy 3 a později pouze 4. Kolik byste byli ochotni za tento kotel zaplatit (bez dotace státu)?
- a) do 35 tisíc Kč
  - b) do 50 tisíc Kč
  - c) nad 50 tisíc Kč
- 10) Výhody těchto kotlů jsou zejména ve velké účinnosti, větší komfortu z hlediska času přikládání. Máte představu, jak často je třeba přikládat palivo?
- a) každé 4 hodiny
  - b) každých 6 hodin
  - c) každých 12 hodin a více

Poznámky, postřehy, názory k dotazníku.....  
.....  
.....

Děkuji za Váš čas, který jste věnovali mému dotazníku.

Bc. Ilona Kociánová  
diplomant VŠB Ostrava